Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

TERAPIE RÁZOVOU VLNOU U TENDINOPATIÍ ACHILLOVY ŠLACHY

Bakalářská práce

Autor: Lýdie Hojková, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Júlia Demeková

Praha 2012

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Lýdie Hojková

Název bakalářské práce: Terapie rázovou vlnou u tendinopatií Achillovy šlachy

Pracoviště: Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Júlia Demeková

Rok obhajoby diplomové práce: 2012

Abstrakt: Tendinopatie Achillovy šlachy je bolestivé onemocnění zánětlivého charakteru, které vzniká jejím chronickým přetěžováním. Konzervativní terapie představuje omezení zátěže, používání ortopedických pomůcek, aplikaci nesteroidních protizánětlivých léků až úplnou imobilizaci. Často přináší neuspokojivé výsledky. Mnohé studie potvrdily pozitivní efekt rázové vlny u poruch měkkých tkání jako jsou epikondylitidy, plantární fascitidy, kalcifikace v oblasti ramene a právě tendinopatie Achillovy šlachy. Práce přibližuje principy působení rázové vlny na měkké tkáně, způsoby její generace a nové možnosti terapie rázovou vlnou u tendinopatií Achillovy šlachy.

Klíčová slova: rázová vlna, tendinopatie Achillovy šlachy, konzervativní léčba

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Bibliografická identifikace v angliţtinŋ

Author´s first name and surname: Lýdie Hojková

Title of the bachelor thesis: Shock wave therapy for Achilles tendinopathy

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: Júlia Demeková, MA.

The year of presentation: 2012

Abstract: Achilles tendinopathy is a painful condition formed by chronic overuse. Conservative treatement requires activity modification, heel lifts, arch supports, even immobilisation. There are often unsatisfactory results with it. The use of ESWT has recently been introduced in soft-tissue disorders including epicondylitis, plantar fasciitis, calcifitation of the shloulder and, as well, Achilles tendinopathy. The aim of the work was to introduce the effects of ESWT on soft tissues, types of generation and new posibilities in ESWT therapy in Achilles tendinopathy.

Keywords: ESWT, achilles tendinopathy, conservative treatement

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Júlie Demekové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Praze dne 12.8. 2012 é é é é é é é é é é é é ...

Podkování autora

Dkuji Mgr. Júlii Demekové za praktické rady a návrhy psi zpracovávání bakalářské práce a Mgr. Ivanpokorné za poskytnutí podmínek pro provedení vyetření a terapie pacienta pro kazuistiku.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK **9**

1 ÚVOD **10**

2 CÍLE **11**

3 ANATOMIE **12**

3.1 Obecná anatomie glachy 12

3.2 Obecná biomechanika glachy 13

3.3 Anatomie Achillovy glachy 14

3.4 Anatomické souvislosti s musculus plantaris 17

3.5 Poznámky k ontogenezi 17

3.6 Biomechanické vlastnosti Achillovy glachy 17

4 TENDINOPATIE **19**

4.1 Pojem tendinopatie 19

4.1.1 Etiopatogeneze 19

4.1.2 Klinický obraz 20

4.1.3 Konzervativní terapie 21

4.1.4 Operaľní terapie 22

4.2 Tendinopatie Achillovy glachy 22

4.2.1 Etiopatogeneze 23

4.2.2 Klinický obraz 23

4.2.3 Konzervativní terapie 24

4.2.4 Operaľní terapie 25

5 RÁZOVÁ VLNA **26**

5.1 Rázová vlna jako fyzikální pojem 26

5.1.1 Definice pojmu 26

5.1.2 Vznik rázové vlny 26

5.2 Rázová vlna v medicínŋ..... 27

5.2.1 Historie terapie rázovou vlnou..... 27

5.2.2 Schéma rázové vlny..... 29

5.2.3 Generátory rázových vln..... 30

5.2.4 Rozdíly mezi jednotlivými typy generátorŢ..... 33

5.2.5 Biologické úļinky rázové vlny..... 35

5.2.6 Terapie rázovou vlnou u tendinopatií Achillovy ġlachy..... 38

6 DISKUZE..... 47

7 ZÁV'nR..... 50

8 REFERENĻNÍ SEZNAM..... 51

9 Př ÍLOHY..... 55

UŢITÉ ZKRATKY

AHS	ankle hindfoot scale
AĠ	Achillova ġlacha
DKK	dolní konţetiny
DNS	Dynamická neuromuskulární stabilizace
EBM	medicína zaloġená na dŢkazech
ESWL	extracorporeal shockwave lithotripsy
ESWT	extracorporeal shockwave therapy
FA	farmakologická anamnéza
HSSP	hluboký stabilizaţní systém páteŚe
ISMST	International society for medical shockwave treatment
LERV	litotripse extrakorporální rázovou vlnou
LDK	levá dolní konţetina
NO	nynĎjġí onemocnĎní
OA	osobní anamnéza
PA	pracovní anamnéza
PDK	pravá dolní konţetina
PIR	postizometrická relaxace
PSWT	pulsed shorwave therapy
RA	rodinná anmnéza
RSWT	radial shockwave therapy
SA	sportovní anamnéza
TMT	techniky mĎkkých tkání
TrPs	trigger point/ spouġŠový bod
VAS	vizuální analogová ġkála
VISA - A	the Victorian Institute of Sports Assessement - Achilles guestionnaire
vs.	versus

1 ÚVOD

Tendinopatie Achillovy glachy je uvádĚna jako nejlastĚjgí onemocnĚní z pŚetígení mezi sportovci (Wilson, Stacy,2010), vyskytuje se ale i v bĚgné populaci se sedavým zpŢsobem givota (Vulpiani et al., 2009). Konzervativní terapie nemá mnohdy uspokojivé výsledky, dochází k recidivám a pŚechodu do chronického stavu.

Terapie rázovou vlnou se stala v posledním desetiletí velmi populární pŚi léłbĚ poruch mĚkkých tkání jako jsou napŚíklad plantární fascitidy ł i ulnární epikondylitidy. Studie z posledních let potvrzují lepgí výsedky léłby tendinopatie Achillovy glachy pŚi kombinaci konzervativní terapie s aplikací rázové vlny. Je vgak tŚeba nepodlehnout reklamním trikŢm výrobcŢ a pocitu, ge rázová vlna vyléł í kagdou poruchu mĚkkých tkání.

2 CÍLE

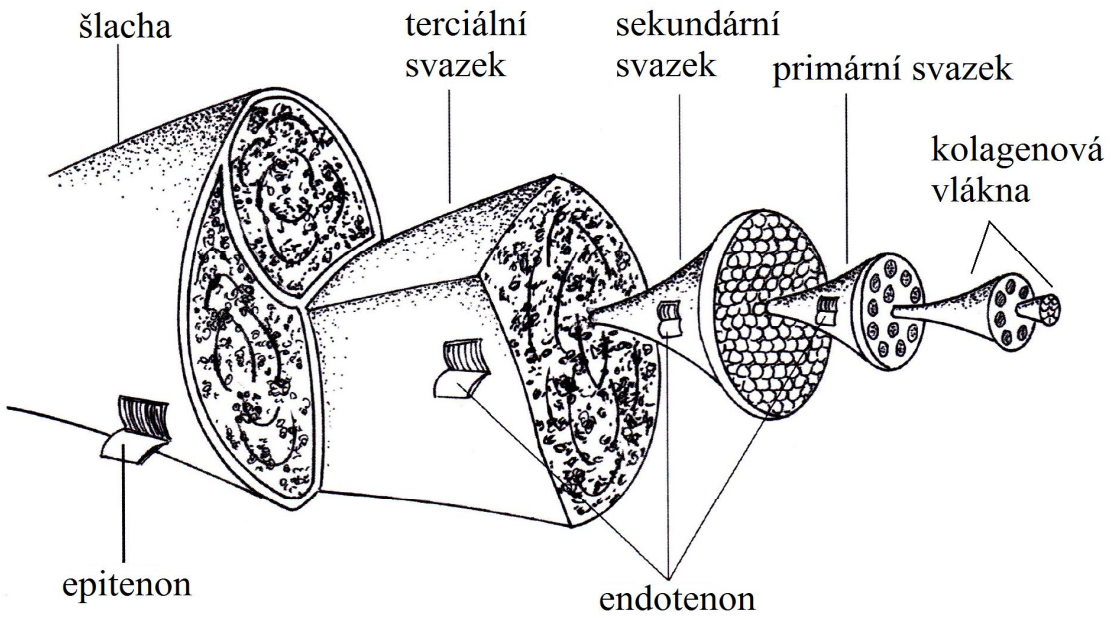
Cílem práce je reţerţní zpracování nových moţností konzervativní léţby tendinopatie Achillovy ţlachy pomocí rázové vlny. Vychází z poznatkŢ odborné literatury a studií na toto téma. Práce podává pŚehledné informace o rázové vlnĚ, jejích biologických úţincích na mĚkké tkánĚ, o typech generátorŢ rázových vln a o léţbĚ tendinopatií Achillovy ţlachy rázovou vlnou.

3 ANATOMIE

3.1 Obecná anatomie glachy

Glacha se formuje z pojivové tkáně, která obklopuje jednotlivá svalová vlákna. Glacha je složena primárně z vody (70%) a kolagenu. Jeho polypeptidové řetězce tvoří tři hlavní aminokyseliny: glycin (30%), prolin (10%) a hydroxyprolin(10%) (Lieber, 2010). Tyto řetězce polymerizují do skupin po třech stočených spirálách, aby vytvořili kolagenovou molekulu. Existuje mnoho druhů řetězců a kolagen se tak může vyskytovat v různých izomerech. V současné době je známo 20 typů kolagenu. Ve glase dospělého jedince převažuje kolagen typu I a III. Kolagenní vlákna tvoří 65-75% suché hmoty a jsou rozptýlena v mezibuněčné hmotě. Zodpovídají za strukturální integritu a přenos sil vyvinutých svalem. Malou část glachy (2% suché hmoty) tvoří elastická vlákna a tenocyty. Úloha elastinu není zcela známa. Předpokládá se, že se podílí na zpětném vytvoření vlnité struktury kolagenních vláken po protažení glachy.

Kolagenní vlákna se sdružují do primárních, sekundárních a terciálních svazků a formují tak glachu. Každé vlákno a svazek obklopuje endotenon, tenká vrstva pojivové tkáně, která umožňuje pohyb svazků vůči sobě a přináší cévní zásobení dovnitř glachy. Vnější povrch glachy je kryt pojivovým pouzdrem - epitenonem. Celá glacha je pak uložena v synoviální pochvě nebo je kryta řídkou tkání, paratenonem. To dovoluje volný pohyb glachy proti okolní tkáni. V zóně potencionálního tření (glachová poutka, úžinové kanály) je paratenon tvořen dvojvrstevnou synoviální blánou, která se označuje jako tenosinovium (Wilson, Stacy, 2010). Strukturu glachy shrnuje Obrázek 1.



Obrázek 1: struktura šlachy (Shalabi, 2004)

Přechod šlachy v kost, tedy její úpon do kosti, je tvořen 4 vrstvami. Vrstva šlachových fibril přechází v zónu nekalcifikované chrupavky, následuje vrstva kalcifikované chrupavky a kostní hmota (Dylevský,1994). Postupný přechod měkké chrupavky přes chrupavku kalcifikovanou v kost zajišťuje potřebné zmírnění tlaků a tahů při pohybu končetiny. Nepravidelné prolínání chrupavky s kostní hmotou a zapojení šlachových fibril do této struktury zvyšuje mechanickou pevnost a odolnost tohoto spojení.

3.2 Obecná biomechanika šlachy

Šlacha slouží pro přenos svalové energie na kost nebo chrupavku a umožňuje uložení elastické energie (Janura, 2003, str.30). Je složena převážně z kolagenních vláken, pro které je charakteristická vyšší pevnost a tuhost oproti vláknům elastickým. Velikost protažení je pouze okolo 10%. S vyšším věkem klesá pevnost šlachy v tahu. V této souvislosti mluví Dylevský (1994) o stáří kolagenu jako o míře stáří organismu.

Kolagenní vlákna jsou uspořádána v jednom směru, který určuje tahová síla příslušného svalu. Toto paralelní uspořádání zvyšuje odolnost v tahu. Vlákna však hůře odolávají zátěži, která působí mimo osu šlachy. K maximálnímu zatížení šlachy dochází při maximální kontrakci svalu. Velikost pevnosti v tahu je zhruba dvojnásobná oproti svalu, naopak poloviční oproti kosti. To vysvětluje častější výskyt ruptur svalových než šlachových.

Biomechanické vlastnosti šlachy jsou ovlivněny různými faktory. Patří mezi ně například věk - s jeho zvyšováním klesá pevnost šlachy. Dále pohybová aktivita, pravidelné cvičení zvyšuje velikost a obsah kolagenních vláken. Významnou roli hraje také hormonální rovnováha a užívání léků. Například kortikosteroidy snižují pevnost šlachy v důsledku degenerace kolagenu a zhoršují hojení případného poranění šlachy (Hnátová, Pavlů, 2011).

3.3 Anatomie Achillovy šlachy

Achillova šlacha, latinsky tendo calcaneus, je úponová šlacha musculus triceps surae. Dnes již běžně používané eponymum tendo Achillis použil poprvé německý anatom Lorenz Heister (1683-1758) v díle „Descriptio novi generis plantae rarissimae et speciosissimae africanae“ (1717) (Musil, Bozděchová, Čech, Lískovec, Stingl, Kachlík, 2010).

Musculus triceps surae je souhrnné označení pro dva svaly, musculus gastrocnemius a musculus soleus. Oba jsou plantárním flexorem nohy. Musculus gastrocnemius se navíc podílí i na flexi v kolením kloubu, musculus soleus má spíše stabilizační funkci pro nohu. Oba svaly se aktivují při chůzi, zejména ve fázi úderu paty, dále při běhu a skocích (Shalabi, 2011).

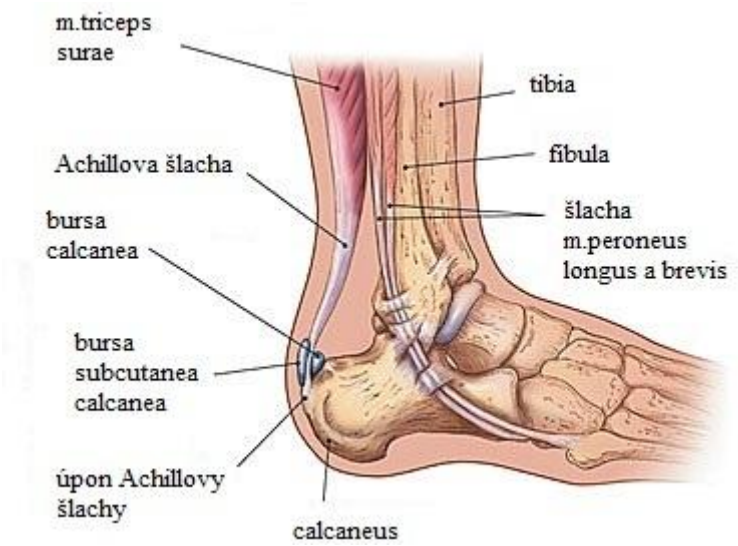
Achillova šlacha je společným úponem pro oba z nich. Jelikož se tyto svaly vzájemně liší strukturou i funkcí, je šlacha složitě prostorově uspořádána. V proximodistálním směru postupně mění svůj tvar. Začíná těsně pod břišky m.gastrocnemius, kde je plochá a široká. Distálním směrem

se pak zaobluje a zužuje. Nejužší místo najdeme při až sedm centimetrů nad úponem. Poté se opět mírně rozšiřuje a úponová část šlachy tak zcela překrývá tuber calcanei.

Na dorzální ploše Achillovy šlachy je patrné proximodistální vinutí snopců vláken do spirály. Vlákna rotují dorzolaterálním směrem o necelých devadesát stupňů. U Achillovy šlachy pravé dolní končetiny je to tedy proti směru hodinových ručiček. Snopce vycházející z caput mediale m.gastrocnemii se tak upínají ve středu úponové oblasti, vlákna z musculus soleus k mediálnímu okraji. Tento spirální průběh svazků zvyšuje pevnost šlachy v tahu. Torzí šlachových vláken vznikají štěrbiny, které jsou vyplněny řídkým vazivem a umožňují vstup cévního zásobení (Bartoníček, Heřt, 2004).

Úpon šlachy se nachází ve střední části dorzální plochy hrbolu kosti patní. Úponová oblast je orientována příčně k ose bérce a má lehce zprohýbaný povrch. Zde jsou patrné otisky úponu - mělké podélné žlábky a kostní kanálky. V horní části úponové oblasti je přimísena vrstvička chrupavky, zatímco v dolní části přechází šlacha plynule do periostu.

Hrbol patní kosti má ve své proximání části drsnější povrch a je od úponové oblasti odkloněn mírně ventrálně. V této dutině je uložena bursa calcanea. V místě jejího kontaktu s patní kostí se nachází asi dva milimetry silná chrupavka. Okrajová vlákna úponu šlachy tuto burzu vidlicovitě obkružují, úpon tak svým tvarem připomíná vějíř. V prakticky celé šířce burzy probíhá klínovitá synoviální řasa, od horní stěny burzy až hluboko mezi šlachu a calcaneus. Na dorzální ploše tuber calcanei se dále nachází drobná bursa subcutanea calcanea, která je vsunuta mezi fascii a kůži. Uložení obou burs shrnuje Obrázek 2.



Obrázek 2: uložení burs při úponu Achillovy šlachy

(http://www.aafp.org/afp/2002/0501/p1805.html)

Prostor mezi ventrální plochou šlachy, hlubokými flexory a peroneálními svaly vyplňuje pretendinózní tukový polštář. Na bočném rtg snímku je znám jako tzv. Kagerův trojúhelník.

Achillova šlacha nemá pravou synoviální pochvu, ale je obklopena několika vrstvami kluzkého vaziva, nazývaného klinicky peritenon, či v anglické literatuře paratenon (Bartoníček, Heřt, 2004). Toto vazivo navazuje na průběh povrchové fascie m.triceps surae a v místě Achillovy šlachy je kryto povrchovou fascií bérce.

Krevní zásobení pro Achillovu šlachu přichází ze tří oblastí. Je to spojení sval-šlacha, kde cévy přicházejí ze svalu, zásobují horní polovinu šlachy a představují hlavní krevní zásobení. Dále spojení šlacha-kost, které zásobuje dolní třetinu šlachy, a krevní síť ze šlachových obalů, které pro vstup do šlachy využívají jejího spirálovitého průběhu . Toto zásobení ve střední části, zhruba dva až sedm centimetrů nad úponem šlachy, se zdá být nejslabší (Wilson, stacy, 2010). To potvrzuje i studie na zemřelých, která prokázala až o polovinu menší vaskularizaci (Stein, 2000). V tomto místě jsou také nejčastěji loklizovány šlachové ruptury. Na výši krevního zásobení má také vliv

věk, krevní průtok se po třetím deceniu snižuje (Kannus, Jósza, 1991). Naopak se, nezávisle na věku, zvyšuje během cvičení.

3.4 Anatomické souvislosti s musculus plantaris

Musculus plantaris je štíhlý sval, jehož břiško se nachází těsně nad caput laterale musculi gastrocnemii. Podél vnitřního okraje této laterální hlavy přechází v tenkou šlachu, která probíhá mezi dvěma vrstvami musculus triceps surae. Distálněji sleduje průběh Achillovy šlachy a upíná se na tuber calcanei, mediálně od její úponové oblasti. Šlacha je silná asi 3 milimetry a s Achillovou šlachou má společné peritenonium. Při rupturách Achillovy šlachy zůstává většinou intaktní a může tak zapříčinit mylnou diagnózu parciální ruptury (Bartoníček, Heřt,2004).

3.5 Poznámky k ontogenezi

Achillova šlacha je během ontogenetického vývoje založena časně a od samého začátku je tvořena kolagenovými vlákny. Ty obkopuje mezenchym, který se později diferencuje ve vodnaté vazivo. Buněčná spojení okolo šlachy svým rozpadem vytvářejí drobné prostory vyplněné tekutinou. Z této tkáně poté vzniká peritenonium, umožňující volný posun šlachy oproti okolí.

V perinatálním období se úpon Achillovy šlachy liší od konečného stavu. Nachází se až na plantární ploše patní kosti a především více mediálně. Průběh šlachy se tak neshoduje s osou paty a lýtka. Tento posun úponu vysvětluje krajně supinační držení nohy u plodu. Později se úpon dostává do osy lýtka a noha tak derotuje do normálního postavení (Bartoníček, Heřt, 2004).

3.6 Biomechanické vlastnosti Achillovy šlachy

Pevnost Achillovy šlachy je asi čtyřikrát vyšší než maximální izometrická kontrakce musculus triceps surae. In vitro činí maximální zatížení asi 4000 N, šlacha má tak za fyziologických podmínek součinitel bezpečnosti rovný dvěma. Během odrazu nohy při běhu (hmotnost těla 70 kg)

je zatížení rovno 2000 N. Při náhlé změně směru, kdy je rychlost deformace rovna 5 s^{-1}, je zatížení rovno 4340 N. Pokud dojde k náhlému asymetrickému zatížení, například při druhém odrazu dvojnásobného přemetu, může síla ve směru šlachy překonat hodnotu 5000 N (Valenta, 1996). To již může představovat značné riziko poranění šlachy. Dynamické zatížení ale pevnost šlachy zvyšuje - zvýšením rychlosti deformace se zvyšuje pevnost v tahu. Mez pevnosti není přímo úměrná velikosti průřezu šlachy a závisí také na věku. U Achillovy šlachy klesá mez pevnosti z 53 MPa v dětství na 45 MPa ve stáří, tedy o 7%. To potvrzuje i snižující se podíl vody, z 80% v dětství na 30% ve stáří (Hess et al, 1989).

4 TENDINOPATIE

4.1 Pojem tendinopatie

Tendinopatie řadíme mezi získaná onemocnění měkkých tkání, konkrétně šlach. Podle etiologie a místa postižení je můžeme rozdělit na několik typů:

- Tendinóza - degenerativní poškození struktury samotné šlachy
  - je buď hypoxické, mukoidní, lipomatózní, kalcifikující či ve smíšené formě (Gallo et al.,2011)
- Entezopatie - degenerativní onemocnění šlachy, lokalizované do místa jejího úponu
- Peritendinitida, Tendovaginitida, Tendosynovialitida - zánětlivé onemocnění šlachových obalů, bez postižení vlastní šlachy zánětem

4.1.1 Etiopatogeneze

Etiopatogeneze je často multifaktoriální. Mezi exogenní faktory řadíme opakovanou zátěž, trauma, mikrotraumatizaci, chlad, toxické poškození šlachy. Endogenní faktory jsou cévní, metabolické a endokrinní vlivy, kostní dysplazie, stav funkční kvality CNS. Ke chronickým stavům přispívají také anatomické patologie, především osové odchylky, dále svalová nerovnováha, porucha mobility segmentu (hypermobilita i omezení pohybu) nebo diskrepance délky končetin (Kolář et al., 2009).

Nejčastější příčinou tendinopatií je přetížení šlachy nadměrnou zátěží nad její fyziologický práh, mechanické dráždění šlachy nebo změna způsobu zátěže. K této situaci dochází například u sportovců při zařazení nových tréninkových technik, změně sportovního náčadí, pomůcek či obuvi, při přechodu na jinou kvalitu povrchu.

V klidovém stavu mají kolagenní vlákna ve šlaše vlnitou strukturu. Při napnutí šlachy dochází k její elongaci. Při prodloužení o dvě procenta se vyrovnává vlnitá struktura kolagenu. Při elongaci o čtyři až osm procent začínají povolovat příčné vazby mezi molekulami kolagenu a

vlákna se vůči sobě zaměnou posouvat. Při prodloužení osm až deset procent začínají nejslabší kolagenní vlákna selhávat a dochází k mikrotraumatizaci (Gallo et al.,2011). Šlachy jsou nejnáchylnější k poškození, je-li napětí vyvinuto rychle, bez předchozího rozcvičení, nebo pokud je napětí vyvíjeno šikmo k ose šlachy. Na rozdíl od svalu, který na dlouhodobější zatížení reaguje hypertrofií vláken a přírůstkem specifických biomechanických jednotek, potřebuje šlacha na regeneraci při vysoké zátěži nepoměrně delší časový klidový interval. Oproti svalu je relativně méně vaskularizována a tím je náchylnější na ischemické změny při jejím přetížení. Z těchto důvodů vzniká při zátěži nerovnováha mezi silou, kterou je sval schopen vykonat, a silou, kterou je šlacha schopna přenést bez jejího poškození. Důsledkem přetížení či opakovaného mechanického dráždění šlachy je vznik zánětu šlachových obalů, tvorba adhezí, fibrotického zesílení šlachových obalů, otoku a dráždění nervových zakončení.

Při opakovaném přetěžování oblasti šlachového úponu dochází k fragmentaci kalcifikované chrupavčité zóny, vzniku nekróz a tukové degenerace. Následně dochází k proliferaci fibroblastů a novotvorbě lamelární kosti ze subchondrální spongiózy. Tato kostní novotvorba, projev reparace a regenerace poškozeného úponu, se projevuje tvorbou osteofytů, které jsou patrny na RTG snímku. Hlavními faktory podílejícími se na vzniku entezopatií jsou nedoléčená traumata šlachových úponů, chronické přetěžování a opakovaná mikrotraumatizace úponu šlachy (Wilson, Stacy, 2010). V dětském věku na podkladě iniciální entezopatie určitých fyzárních oblastí vznikají aseptické kostní nekrózy, např. Morbus Osgood-Schlatter či Morbus Haglund-Sever.

4.1.2 Klinický obraz

Klinický obraz tendinopatií je charakterizován bolestivostí v přesně lokalizované oblasti průběhu či úponu šlachy, omezením hybnosti svalu, poruchou funkce, otokem a hyperemií. Nacházíme také palpační bolestivost s iradiací do okolní tkáně a bolestivé napínací manévry. Bolest je zpočátku pouze při námaze určité svalové skupiny. Později, při přechodu do chronicity, je bolest i klidová a otoky výrazné, často provázené i hyperemickými kožními projevy.

Pro tendovaginitidu jsou charakteristické krepitace - tendovaginitis krepitans (Gallo et al., 2011). Jsou způsobené exsudací fibrinu do glachových obalů. Při rozvoji stenózy glachy jako důsledku adhezivních a fibrotických zánětlivých změn hovoříme o tendovaginitis stenosans, které se nejčastěji vyskytuje v oblasti glachy dlouhého flexoru palce ruky u metakarpofalangeálního kloubu.

Klinické vyšetření můžeme doplnit zobrazovacími metodami. Ultrazvukové vyšetření rozlišuje degeneratiní změny, částečnou nebo úplnou rupturu. Vyšetření magnetickou rezonancí umožňuje rozlišit jednotlivé typy tendinopatií, pomůže tak stanovit správnou diagnózu a rozsah poškození. RTG vyšetření ozřejmí případné kalcifikace ve šlaše.

4.1.3. Konzervativní terapie

Základem konzervativní terapie je omezení dalšího přetěžování příslušné svalové skupiny až úplné vyloučení její zátěže. Může být indikována i intermitentní fixace ve formě tapingu, ortézy nebo sádry. Spektrum terapeutických možností je poměrně široké. Lokálně i celkově aplikujeme léky s antiflogistickým a antirevmatickým efektem (Voltaren mast či tablety, Fastum gel, Ketazon), antiedematika (Reparil, Yellon gel), vasodilatancia, antiagregancia (Acylpyrin). Nezřídka lokálně aplikujeme kortikoid (Kenalog či Diprophos). Zde ja však třeba pečlivě vážit a dávkovat terapii. Kortikoid nesmí být nikdy aplikován intratendineálně, pouze do oblasti burz, šlachových dutin či peritenoneálního prostoru. V opačném případě může vzniknout těžká tendopatie či kortikoidová atrofie šlachy s její následnou rupturou (Wilson, Stacy, 2010). V souvislosti s aplikací kortikoidů hovoříme také o nebezpečí tzv. mesenchymální narkózy, kdy vedle úlevy a terapeutického účinku kortikoidů dochází ke zpožděnému reparativních pochodů a k vymizení bolestivých příznaků. Při přetěžování úponu v této fázi tak může dojít k další traumatizaci a zhoršení stavu. Předmětem intenzivního výzkumu je metoda vstřiknutí koncentrovaných krevních destiček do oblasti postižené šlachy či lokální aplikace kyseliny hyaluronové.

Z fyzikální terapie lze využít ultrazvuk, diadynamik, magnetoterapii, diatermii, pulsní magnetické pole, distanční magnetoterapii, kryoterapii. Fyzikální léčba však může přinést vedle úlevy přechodně opačný efekt.

Fyzioterapie bývá u jednorázového přetížení spíše doplňkem konzervativní terapie. U recidivujících tendinopatií a totálních ruptur by měla naopak představovat hlavní náplň terapie. Chronické stavy vznikají často nesprávným zatěžováním a teprve odstranění patologických pohybových vzorců může přinést úlevu.

4.1.4 Operační terapie

Pokud selhala konzervativní léčba a příznaky přetrvávají déle než šest měsíců od zahájení léčby, je vhodné zvážit operační intervenci. Typ výkonu je dán anatomickým specifikem dané postižené oblasti. Nejčastěji se provádí nářezy šlachy, odstraňují se kalcifikace, fibrotické tkáně a zánětem postižené obaly šlachy.

4.2 Tendinopatie Achillovy šlachy

Tendinopatie Achillovy šlachy jsou často spojeny se sportovními aktivitami, kde je ve značné míře zastoupen běh, výskoky nebo nenadálé změny směru pohybu. Odhadovaná prevalence je 11% u běžců, 9% u tanečníků, 5% u gymnastů, 2% u tenistů a 1% u fotbalistů. Věková hranice nejčastějšího výskytu se pohybuje mezi 24 a 30 lety (Wilson, Stacy, 2010).

Onemocnění obvykle začíná zánětlivými změnami šlachových obalů a vzniká peritendinitida. Ta může progredovat do tendinózy, charakterizované zánětlivým a degenerativním nálezem na šlaše samotné. Tendinóza však může vzniknout i přímo, bez zánětu šlachových obalů. Pak může být asymptomatická a spojena s vyšším výskytem šlachových ruptur.

Ruptura Achillovy šlachy je velmi závažná komplikace. V 59% se stane během sportovních aktivit. Častá je především u mužů sportovců, s nejčastějším výskytem mezi 35. a 40.rokem. Lokalizace ruptury je typicky 2 až 6 cm nad úponem šlachy (Forslund, 2003).

4.2.1 Etiopatogeneze

Etiopatogeneze je podobná souhrnné charakteristice pro glachy obecnĚ viz výge. Tendinopatie Achillovy glachy vzniká nejlastĚji disproporcí mezi biomechanickým potenciálem glachy a vynalogenou zátĚgí, cog vede k dystrofickým zmĚnám glachy a jejího úponu. Jedním z hlavních predisponujících faktorŢ je opakovaná mikrotraumatizace. U sportovcŢ vzniká nejlastĚji nevhodnou obuví nebo její zmĚnou, pŚechodem na jiný tréninkový povrch, zmĚnou ve struktuŚe tréninku. Mikrotramatizaci ale mŢge zpŢsobit i nadmĚrná statická zátĚg, cog vysvĚtluje výskyt tendinopatií také v bĚgné populaci.

Mezi rizikové faktory dále Śadíme biomechanické abnormality nohy, hypovaskularizaci stŚední lásti glachy, obezitu, metabolické a endokrinní poruchy a vgechny rizikové faktory ovlivŘující pevnost glachy,viz výge (Wilson, Stacy, 2010).

4.2.2 Klinický obraz

První a základní informací je správná lokalizace bolesti. Bolest paty mŢge být plantární, mediální, laterální nebo dorzální(Gallo et al.,). MénĚ lasto se také jedná o pŚenesenou bolest li systémovou nemoc. Mogné pŚliny bolestí paty shrnuje Tabulka 1.

lokalizace bolesti	možné příčiny
plantární část paty	nemoci plantární fascie(fascitidy, entezopatie, ruptury, plantární fibromatóza) ostruha patní kosti atrofie tukového polštářku
mediální část paty	nemoci šlach m. tibialis posterior, m. flexor digitorum, m. flexor hallucis longus syndrom tarzálního tunelu neuropatie mediální kalkaneární větve n. tibialis posterior osteomyelitida stresová zlomenina patní kosti
laterální část paty	tendosynovialitida luxace peroneálních šlach
dorzální část paty	nemoci Achillovy šlachy Haglundova exostóza

Tabulka 1: přehled příčin bolestí paty (Gallo et al.,2011)

Tendopatie Achillovy šlachy se vyznačuje bolestivostí v průběhu či místě úponu s maximem nad tuber calcanei, zejména po zátěži. Za entezopatii považujeme, je-li bolest lokalizována do tří centimetrů od místa úponu. Dále je bolestivý stoj na špičce, bývá přítomen otok a zduření šlachy. Na RTG můžeme v rozvinutém stádiu pozorovat kalcifikace v oblasti úponu šlachy (Sosna, 2001).

Ruptura šlachy se klinicky projeví vklesnutím v jejím průběhu. Trhlina je ale v průběhu dvou až tří dní vyplněna fibrózním hematomem, což může ztížit lokalizaci ruptury palpací. Charakteristický je pozitivní Thomasův příznak - při stlačení musculus triceps surae nepozorujeme plantární flexi nohy (Hnátová, Pavlů, 2011).

4.2.3 Konzervativní terapie

Základem konzervativní terapie je vyloučení zátěže a odlehčení šlachy, v recidivujících případech i přiložení sádrové fixace. Využívá se Priessnitzových obkladů, antiedematózní a protizánětlivé medikace, nejčastěji nesteroidní antirevmatika. Avšak efekt těchto léků při léčbě tendinopatií je kontroverzní. Histopatologické nálezy neprokázaly přítomnost zánětlivých buněk ve

glaġe ļi jejím obalu. Randomizovaná studie, vyuġívající Piroxicam jako nesteroidní antirevmatikum, nezaznamenala ġádný klinický efekt (Åström, Westlin,1992).

Dále se vyuġivá individuální fyzioterapie k optimalizaci zatíġení Achillovy glachy a úpravĎ postury. Vadné drġení tĎla bývá ļasto pŤvodní pŚiļinou tendinopatií. Z fyzikální terapie mŤġeme vyuġít aplikaci laseru ļi ultrazvuku, v poslední dobĎs úspĎchem i rázovou vlnu.

4.2.4 Operaļní terapie

U Achillovy glachy provádíme podélné náŚezy glachy, deliberaci peritenonia ļi stripping glachy (uvolnĎní a sloupnutí peritenonia s podvazem perforujících cév) s následnou vļasnou rehabilitací.

Ruptura glachy se Śeġí suturou, pŚípadnĎse provádí rekonstrukce glachovým lalokem Poté se pŚikládá sádrový obvaz na ġest aġ osm týdnŤ (Hnátová, PavlŤ, 2011).

5 RÁZOVÁ VLNA

5.1 Rázová vlna jako fyzikální pojem

5.1.1 Definice pojmu

Rázová vlna je druh tlakové vlny, která se šíří prostředím rychleji než zvuk v tomto prostředí. Vyznačuje se prudkou změnou vlastností média, v němž se šíří. Jde - li o rázovou vlnu v materiálním médiu, nacházíme na čele vlny vždy prudký nárůst tlaku, teploty a hustoty média. Stejně jako obyčejné vlny, nese i rázová vlna energii. Při průchodu prostředím může být amplituda vlny tak vysoká, že zásadně změní vlastnosti tohoto prostředí. Může způsobit změnu struktury, chemické reakce, změnu skupenství a další. Takové rázové vlny se označují jako silné rázové vlny. Vlny, které takové jevy nezpůsobují, se označují jako slabé rázové vlny, i když i ony mohou mít amplitudu tlaku mnoha desítek tisíc kPa (Loske, 2007).

5.1.2 Vznik rázových vln

Rázové vlny vznikají například při nadzvukovém pohybu prostředím. Při průchodu tělesa médiem se rychlost proudění částic tohoto média zvětší natolik, že zvukové vlny nemohou postupovat proti proudu, dochází k růstu tlaku a formování rázové vlny. Čelo rázové vlny se také označuje jako oblast skokových změn a v běžných atmosférických podmínkách je jeho tloušťka přibližně mikrometr.

Rázové vlny tedy nejsou běžné zvukové vlny. Nejsou periodické a vyznačují se velmi strmým nárůstem tlaku. Na delších vzdálenostech mohou rázové vlny degradovat a ztrácet energii ohříváním média, čímž dojde k jejich postupné přeměně ve zvukové vlny. Ty vnímáme jako aerodynamický třesk, například po průletu nadzvukového letadla nebo při prásknutí bičem.

Rázové vlny mohou vznikat i zostřováním normálních vln. To nastává díky nelinearitě prostředí, kterým se vlna šíří. Zatímco u zvukových vln je amplituda tak malá, že změny tlaku nemění vlastnosti prostředí, v případě rázových vln toto omezení neplatí. Tlaková vlna velké

amplitudy dokáže zvýšit hustotu média tak, že v tomto zhuštěném prostředí vzroste i rychlost šíření tlakového vzruchu. Zatímco začátek čela tlakové vlny vstupuje do prostoru s normálním tlakem a rychlostí šíření, následující část vlny již vstupuje do komprimovaného prostředí s vyšší rychlostí šíření a dohání tak čelo vlny. Tím dochází k zostřování vlny a vzniku vlny rázové.

Dalším mechanismem vzniku rázových vln jsou explozivní děje. Při explozivním ději se v krátké době uvolňuje do okolního prostředí velké množství energie. Dochází k prudkému ohřevu, nárůstu objemu a tlaku. Tlak přitom roste tak prudce, že se tento tlakový rozruch šíří do okolí jako rázová vlna. Příkladem může být jaderný výbuch nebo výboj v kapalině.

5.2 Rázová vlna v medicíně

5.2.1 Historie terapie rázovou vlnou

Od prvního ošetření rázovou vlnou do dnešních dní uplynula relativně krátká doba. Vliv rázové vlny na biologické tkáně byl poprvé pozorován během druhé světové války. Plíce troseč níků byly v důsledku exploze vodních bomb rozrušeny, žádné další známky násilí ale nalezeny nebyly.

První systematické výzkumy na využití rázové vlny v medicíně byly provedeny v padesátých letech minulého století (Bachmann, 2001). Například bylo publikováno, že elektrohydraulicky generovaná rázová vlna je schopná rozdrtit keramické talíře ve vodě. Koncem padesátých let byl v USA přijat první patent na tento typ generátoru a současně byly definovány fyzikální vlastnosti elektromagneticky generovaných rázových vln. Po prvních začátcích a experimentech byly v průběhu šedesátých let zkoumány účinky rázové vlny převážně v Německu. Firma Dornier GmbH, jedna z vedoucích v leteckém průmyslu, studovala poškození povrchu nadzvukových letadel. Při experimentech s vysokorychlostními střelami se obsluhující zaměstanec dotknul desky ve stejném okamžiku, kdy ji zasáhl projektil. Pociťovaný vjem přirovnal k elektrickému šoku. Měření však ukázala, že žádné elektrické napětí nebylo přítomno. Jednalo se o rázovou vlnu, která přešla z desky do zaměstnancovy ruky. Tento náhodný incident inicioval další

studie. Byly provŇŕovány zvláţtŇ úľinky rázové vlny na rŢzných rozhraních v organismu a principy tlumení vlny v ţivých tkáních. Dalţí oblastí zájmu byl pŕenos rázové vlny do organismu. Jako nejlepţí pŕechodové médium byla zvolena voda a gel z dŢvodu podobnosti akustické impedance.

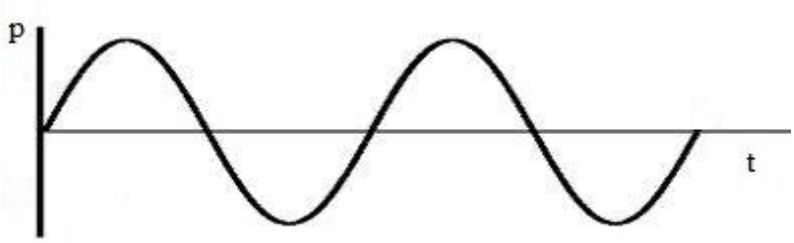
Firma Dornier zanedlouho poté pŕedstavila první litotriptor Dornier HM-1. V roce 1980 byl v nŇmeckém MnichovŇ oţetŕen první pacient s ledvinovými kameny a v roce 1983 firma uvedla na trh první sériovŇ vyrábŇný litoriptor Dornier HM- 3. Výzkumy nadále pokraľovaly a v roce 1985 byl rázovou vlnou léľen první ţluľníkový kámen (Loske, 2007) . Terapie se zaľala oznaľovat anglickou zkratkou ESWL - extracorporeal shock wave lithotripsy. Jako ľeská zkratka se pouţívá LERV - litrotripse extrakorporální rázovou vlnou. Dnes je léľba ledvinových a ţluľníkových kamenŢ pomocí rázové vlny metodou první volby. Moderní litotriptory pracují bez vany a poŕeby anestezie. Pro pŕesnou lokalizaci kamenŢ jsou vybaveny rentgenem nebo systémem ultrazvukové lokalizace. Za posledních 16 let bylo oţetŕeno více jak tŕi miliony pacientŢ. Tato terapie je bezpeľná a úľinná, pŕesto mŢţe nevhodné pouţití zpŢsobit váţné ţkody.

Urologie vţak není jediný obor v medicínŇ, kde lze rázovou vlnu s úspŇchem pouţít. V roce 1985 byly provedeny první experimenty s úľinky rázové vlny na kostní tkáŕ. DŢvodem pro tento výzkum byla obava, ţe pŕi terapii niţţích ureterálních kamenŢ mohou rázové vlny poţkodit kyľelní kloub. Na neporuţené kosti vţak nebyly pozorovány ţádné výrazné zmŇny. Dalţí pokusy na zvíŕatech ukázaly, ţe rázové vlny mají osteogenetický potenciál a stimulují hojení zlomenin. Histologické vyţetŕení potvrdilo vliv rázových vln na aktivaci osteoblastŢ. V roce 1988 byl v nŇmecké Bochuni léľen první pacient pro kostní pakloub. Zároveŕŕŕŕ Valchanow et al. publikoval klinickou studii o terapii pakloubŢ rázovou vlnou. Jeho úspŇšnost byla 85%, klinické poţadavky studie ale nebyly pŕesnŇ definovány. Dalţí klinické výzkumy v následujících letech potvrdily úspŇšnost 60 - 90%. Jako neţádoucí úľinky byly nalezeny místní hematomy, petechiální krvácení a otok. Vymizely vţak bŇhem nŇkolika dnŢ bez jakýchŇkoliv komplikací.

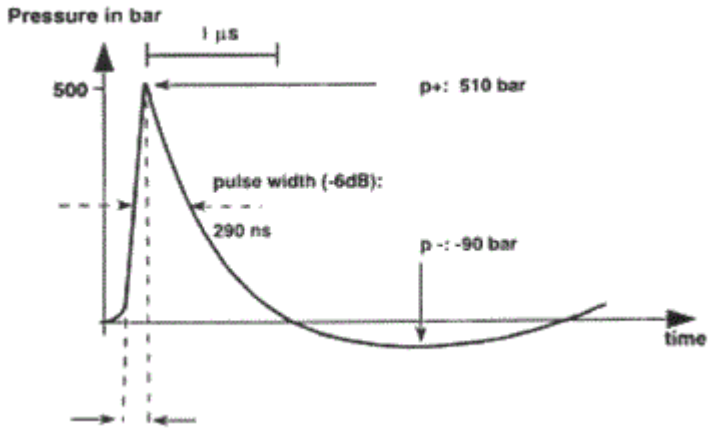
V roce 1993 byl představen první přístroj pro ortopedické využití rázové vlny s volnou pohyblivou hlavicí. Na začátku devadesátých let minulého století byly zveřejněny první studie o léčbě kacifikujících tendinitid rázovou vlnou. Další výzkumy vedly k úspěšné léčbě epikondylitid a patních ostruh s úspěšností mezi 70 a 80%. Terapie rázovou vlnou v ortopedii byla označena zkratkou ESWT - extracorporwal shock wave therapy. Dnes je k dispozici mnoho klinických studií pro vědecké hodnocení ESWT, které pokračují v rozšiřování indikační skupiny. Slibné jsou například předběžné výsledky terapie u avaskulární nekrózy hlavice stehenní kosti. Pozitivní účinky rázové vlny začaly využívat i veterináři, a to především u závodních koní k léčbě tendinopatií.

5.2.2 Schéma rázové vlny

Rázové vlny používané pro ESWT a ESWL jsou vlny pulzní. Narozdíl od akustických vln používaných v mnoha jiných přístrojích, které jsou převážně kontinuální. Například kontinuální ultrazvukové vlny, které především generují ve tkáni teplo (Obrázek 3). Tento efekt je využíván pro terapeutické účely. Aby se předešlo přehřátí, je intenzita vln mírná - do 3W/cm^2 . I v diagnostickém využití ultrazvuku je intenzita nízká, kvůli vedlejším účinkům. Naproti tomu ESWT využívá pulzy o vysoké intenzitě. Vytvořená rázová vlna trvá kolem jedné mikrosekundy a dosahuje vysokých hodnot kladného okamžitého akustického tlaku (5-100MPa), zatímco její záporná tlaková půlvlna je relativně menší (Obrázek 4).



Obrázek 3: Terapeutický ultrazvuk (Bachmann, 2001)

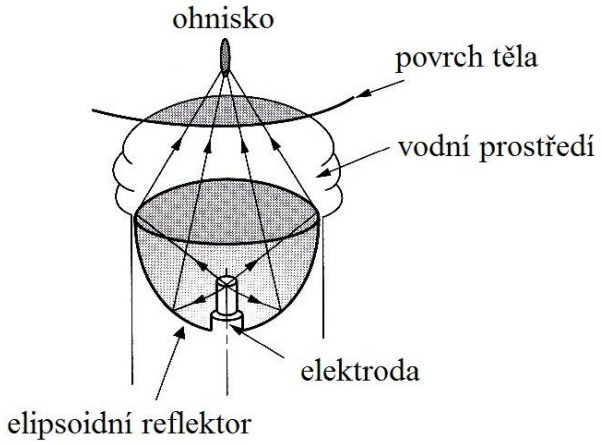


Obrázek 4: Schéma rázové vlny (Bachmann, 2001)

5.2.3 Generátory rázových vln

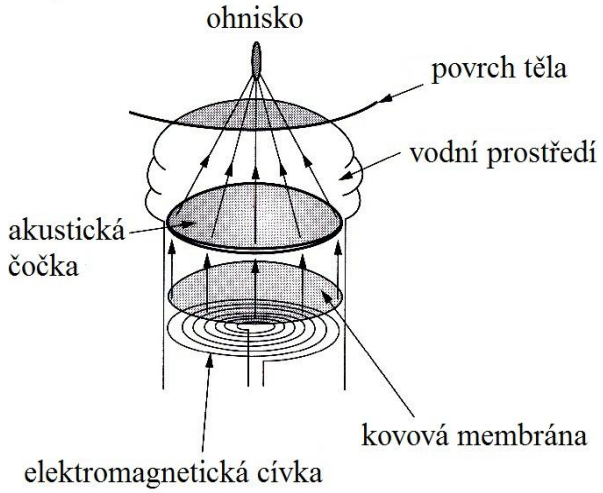
Léčba rázovou vlnou je léčebnou fyzikální metodou patřící do skupiny mechanoterapií, kdy je pomocí přístroje vytvářena tlaková akustická vlna. Tato vlna je generována podle použitého systému různým způsobem a také je podle toho označena. V současné době se využívají tři typy generátorů rázových vln - elektrohydraulický, elektromagnetický a piezoelektrický.

U elektrohydraulického generátoru (Obrázek 5) je tlakový impuls generován intenzivní elektrickou jiskrou ve vodě. Špička elektrody je umístěna v primárním ohnisku reflektoru, který je elipsoidního tvaru. Sekundární ohnisko se nachází v těle pacienta. Při elektrickém průrazu mezi hroty elektrod dochází ve výbojovém kanálu k ionizaci molekul vody. Průchodem proudu je výbojová plazma zahřívána na vysoké teploty, čímž vzniká v kanálu vysoký tlak, který se přenáší do okolní vody. Výbojový kanál představuje prakticky bodový zdroj, z něhož se tlakový impuls šíří v podobě kulové vlny. Amplituda tlaku v této kulové vlně klesá se čtvercem vzdálenosti. K opětnému soustředění energie je použito kovového elipsoidního reflektoru. K dosažení účinné přeměny elektrické energie na energii rázové vlny je tlakový impuls generován v kapalině. Kapalina (odplyněná voda) zároveň slouží jako přenosové médium s malým útlumem a zajišťuje akustický kontakt s tělem pacienta.



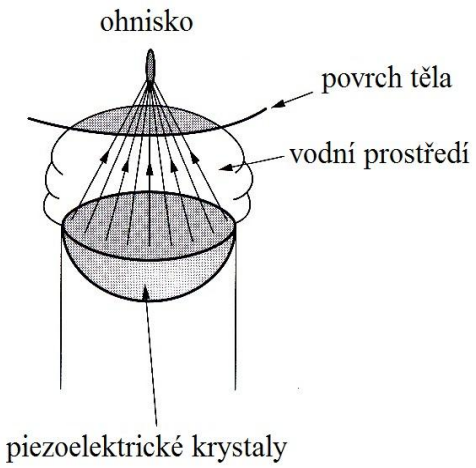
Obrázek 5: Elektrohydraulický generátor (Bachmann, 2001)

Elektromagnetický generátor (Obrázek 6) využívá elektromagnetické cívky a protilehlé tenké kovové membrány, která k cívce přiléhá. Vysoké proudové impulsy použitné přes cívku vytvářejí silné měnící se magnetické pole. Elektrodynamický tlak z tohoto pole se pohybem kovové membrány přenáší do vodního sloupce nad membránou v podobě rovinné rázové vlny. K fokusaci vzniklé rovinné vlny je užito plastové akustické čočky. Ohnisko je definováno podle délky použité čočky.



Obrázek 6: Elektromagnetický generátor (Bachmann, 2001)

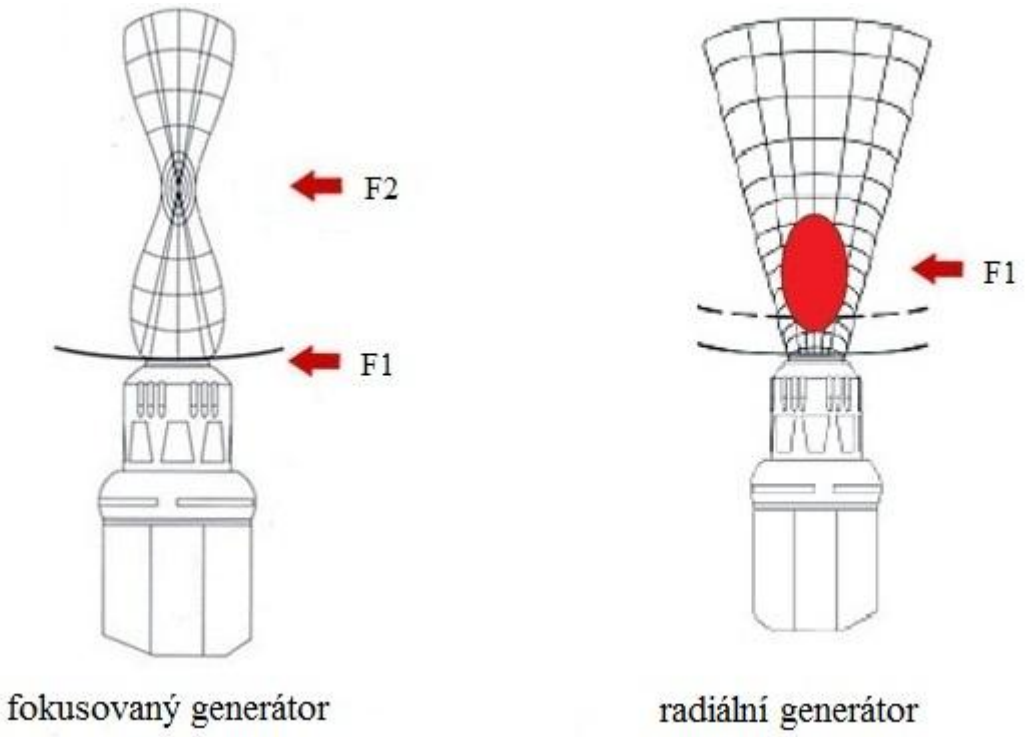
Třetí typ generátoru vytváří akustické vlny pomocí piezoelektrického efektu (Obrázek 7). Několik set tisíc piezoelektrických krystalů je rozmístěno na kulové ploše. Superpozicí jejich synchronního kmitu je generována rázová vlna. Systém je samozaostřovací díky dutině ve tvaru kulového vrchlíku.



Obrázek 7: Piezoelektrický generátor (Bachmann, 2001)

Tyto tři typy generátorů se označují jako fokusované. Mimo ně stojí radiální terapie, anglicky RSWT - radial shockwave therapy. Jde o princip pneumatický, kdy je v aplikátoru rychlým opakovaným pneumatickým pulsem vystřelován projektil, který naráží na vysílač. Na jeho povrchu se vytváří tlaková vlna, která se pomocí aplikátoru přenáší do tkáňových struktur. Pro léčbu pohybového ústrojí pomocí radiální tlakové vlny jsou užívány přístroje pracující s výstupními tlaky cca 5 barů, které vytvářejí radiální akustickou tlakovou vlnu nízko až středně energetickou, s energií zhruba 0,1 ï 0,25 mJ/mm^2. Radiální tlakovou vlnu nelze koncentrovat do jednoho ložiska neboli fokusovat (Obrázek 8). Radiální terapie není považována za pravou mimotělní rázovou vlnu, spíše za tlakovou vlnu. RSWT se liší především rychlostí generované vlny, která činí zhruba 10 m.s^{-1}, což je malý zlomek skutečné rychlosti pravé rázové vlny. Tato rychlost nepřekračuje rychlost zvuku, a proto není generována žádná rázová vlna. Pravé fokusované vlny jsou dále

charakterizované krátkou dobou trvání a vysokou intenzitou. Radiální tlakové vlny jsou pomalejší, s menší intenzitou a protáhlé, křivka více připomíná sinusoidu.



Obrázek 8: Fokusovaný versus radiální typ generátoru (http://www.dolorclast.com.br/humano/html/principios.html)

5.2.4 Rozdíly mezi jednotlivými typy ESWT

Elektrohydraulické, elektromagnetické a piezoelektrické technologie jsou pravou formou ESWT. Každá technologie produkuje puls, který přesáhne rychlost zvuku, a tím vytváří rázovou vlnu. Tyto technologie se neliší jen ve způsobu, jakým se rázové vlny generují, ale i ve schopnosti rázovou vlnu kontrolovat a fokusovat. Vyžadovaná hloubka průniku tkání a intenzita rázové vlny jsou u každé indikace rozdílné a ovlivňují okolnosti terapie jako podmínky léčby, nutnost narkózy a další. Základní rozdíly mezi jednotlivými typy generátorů jsou v následujícím textu shrnuty v bodech:

- Hloubka tkáňové penetrace

Schopnost zaměřit rázové vlny přímo do požadované tkáně je nadřazeno všem ostatním požadavkům. Fokusované typy generátorů jsou schopné převést rázovou vlnu z hlavice do kůže bez jakéhokoliv efektu a zacílit je do požadované hloubky. Radiální tlakové vlny jsou naopak aplikovány pouze na kůži, odkud se rozptylují do tkání. Nejsou tedy schopny zacílit na různé hloubky tkáně. Hlubší poranění jsou proto obtížněji léčitelné pomocí RSWT.

- Fokusace

Čím je zostřovací pole přesnější, tím precizněji jsou rázové vlny dodány do požadované tkáně a tím méně energie se ztratí v okolní zdravé tkáni. Což znamená nejen vyšší koncentraci léčebné energie, ale také menší poškození zdravé tkáně. V tomto ohledu vyniká piezoelektrický typ generátoru. Pneumatický generátor nemá zostřovací systém, proto se RSWT neřadí mezi fokusované typy rázové vlny.

- Energetická úroveň

Dalším rozlišovacím znakem mezi přístroji je energetický výkon. Tato charakteristika je při prezentaci různých strojů používaná nejčastěji. Generátory rozlišujeme podle hustoty energtického toku na nízkoenergetické - do 0,27 mJ/mm^2, střední energetické - 0,27 až 0,59 mJ/mm^2, a vysokoenergetické - více než 0,60 mJ/mm^2. Od energetické úrovně se poté odvíjí využití přístroje. Některé tkáně, například kosti, reagují lépe na vysokoenergetickou terapii. U diagnóz, jako jsou avaskulární nekrózy nebo kalcifikace, se proto využívá vysokoenergetického nastavení. Naopak měkké tkáně mohou být vysokou intenzitou vln poškozeny a vyžadují proto nízkoenergetickou terapii. Fokusované typy generátorů řadíme mezi vysokoenergetické, pneumatický typ mezi nízko až střední energetické. Některé stroje jsou však schopné pokrýt celé energetické spektrum, což se využívá pro současnou léčbu tvrdých a měkkých tkání, například u plantární fascitidy s kalcifikací.

- Anestezie

Energetická úroveň dále ovlivňuje míru anestezie. Používá se buď lokální, celková nebo spinální. Kromě otázek bezpečnosti pro pacienta a nákladů vyvstává i důkaz studií, že použití anestetik snižuje účinnost ESWT. Potřebu anestezie dále ovlivňuje i sám pacient, obecně lze ale říci, že je používána častěji u vysokoenergetických terapií.

Celkový přehled jednotlivých rozdílů mezi generátory shrnuje Tabulka 2.

typ generátoru	**elekrohydraulický**	**elektromagnetický**	**piezoelektrický**	**pneumatický**
hloubka tkáňové penetrace	125 mm	125 mm	125 mm	35 mm
fokusace	ano	ano	ano	ne
energetická úroveň	vysoká	vysoká	vysoká	nízká

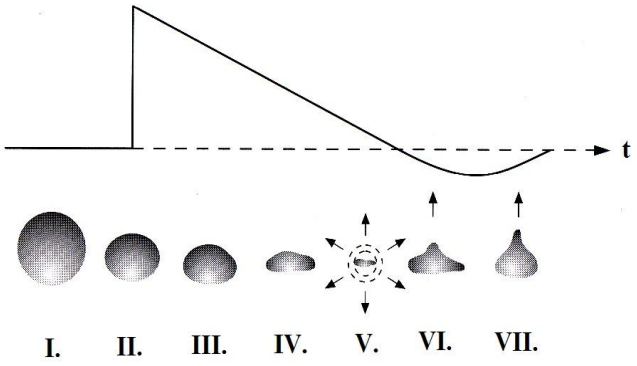
Tabulka 2: Přehled vlastností jednotlivých typů generátorů

5.2.5 Biologické účinky rázové vlny

V současné době jsou známy dva různé mechanismy působení. Rázové vlny se vyznačují vysokým pozitivním tlakem, dobou náběhu kratší než 10 ns a zápornou tlakvou půlvlnou (Obrázek 4). Pozitivní tlak a krátká doba náběhu jsou zodpovědné za přímé účinky rázové vlny, záporná tlaková půlvlna za účinky nepřímé, především kavitaci (Loske, 2007). Průběh rázové vlny tkání ovlivňuje zejména rozhraní mezi dvěma různými tkáněmi s různou akustickou impedancí. Odraz, lom na rozhraní a tlumení uvnitř materiálu vede ke ztrátě energie. Vysoká intenzita vlny způsobí na rozhraní vysoký tlak a tím vytvoří ve struktuře tkáně trhliny. Tento účinek závisí také na plasticitě dané tkáně.

Za vysokotlakou fází následuje podtlaková fáze. Při lokálním poklesu tlaku vznikají v kapalině dutinky - kavitační bubliny. Ty následně kolabují spontánně nebo na konci vysokotlaké fáze následující rázové vlny. Pozitivní tlak komprimuje bublinu o poloměru 1 mm do několika µm.

Tlak a energie uvnitř bubliny se několikanásobně zvýší a dojde ke kolapsu, který je doprovázen formováním proudu obklopující tekutiny a vznikem dalších rázových vln (Obrázek 9). Tyto rázové vlny mají velmi krátké trvání, mohou však přispět ke kolapsu dalších kavitačních dutin v okolí. Rychle po sobě jdoucí rázové vlny mohou vytvořit kavitační bubliny o velikosti několika mikrometrů. Ve vodním prostředí může velikost bubliny dosáhnout i jednoho milimetru. Na formaci dutinek má vliv především hodnota negativního tlaku a frekvence pulzů. Čím jsou obě hodnoty vyšší, tím vyšší je generace bublin. Jedna rázová vlna je schopna generovat stovky kavitačních bublin.



Obrázek 9: Kavitace. I.-IV.: komprese bubliny, V. kolaps bubliny a emise sekundárních rázových vln, VI.-VII.: formování nové bubliny (Bachmann, 2001)

Kavitace zvyšuje permeabilitu buněčné membrány a je velmi pravděpodobně příčinou drobného petechiálního krvácení. Rozpad ledvinového kamene je kombinací mezi přímým a nepřímým účinkem rázovou vlnou. U ortopedických onemocnění není příliš jasné, který efekt je dominantní, nebo zda je výsledek kombinací přímého a nepřímého účinku rázové vlny (Bachmann, 2001).

Rázová vlna má, jak již bylo uvedeno, dva hlavní účinky ï kavitaci a tvorbu mikrotraumat. Tyto dva děje ale rozbíhají v organismu řadu dalších procesů, díky kterým je ESWT využívána i v ortopedii. Mikrotraumatizace výrazně zvyšuje hodnotu indikátorů růstu v krvi, jako jsou endoteliální NO-syntéza (eNOS), vaskulární endotelový růstový faktor (VEBR), antigen

proliferujících buněk (PCNA) a kostní morfogenetický protein (BMP). Mikrotraumata se vytváří i na stěnách kapilár a stimulují tak růst a remodelaci nových cév (Orhan, Ozturn, Guven, Cam, 2004). Nové cévy zlepšují prokrvení a okysličení, což vede k vyšší mikroskopické cirkulaci a rychlejšímu hojení. To je podpořeno i zvýšenou propustností buněčných membrán v důsledku kavitace.

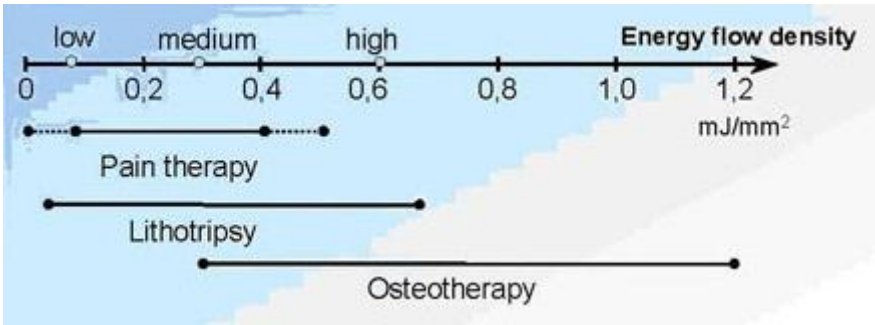
Účinky rázové vlny také aktivují žírné bunky. Následuje syntéza chemokinů a cytokinů. Uvolnění těchto prozánětlivých působků může pomoci obnovit normální hojivé a regenerační procesy v případě chronického zánětu. Dále jsou stimulovány fibroblasty a prokolagenní syntéza (Han, Lee, Guyton, Parks, Courneya, 2008). Analgetický efekt je přisuzován snížení koncentrace substance P a dalších nociceptivních metabolitů. V některých studiích je zmiňována i hyperstimulační anestezie ï nervová zakončení jsou natolik stimulována, že dojde k poklesu jejich signalizační aktivity. Tento efekt má ale krátké trvání.

Proces kavitace má dále vliv na rozpouštění kalcifikovaných fibroblastů. Hromadění kalcia je nejčastěji výsledkem mikrotrhlin nebo jiného poranění šlachy. Působením rázových vln a proudů tekutin z kolabovaných bublin dochází k dekalcifikaci usazeného depozitu. Granulární částice kalcia jsou poté odplaveny lymfatickým systémem.

Jelikož je RSWT v podstatě tlaková terapie, zaznamenala úspěch i v terapii spouštěcích bodů, tzv trigger pointů (TrPs). Jsou spojeny s hmatatelnými uzlinami v napnutých svazcích svalových vláken a mají extrémně smrštěné sarkomery. Tyto dysfunkční sarkomery se smrští tak těsně, že začínají bránit svému vlastnímu prokrvování. To způsobuje hromadění odpadních produktů, které postupně dráždí senzorická nervová zakončení, což způsobuje ještě větší kontrakci. Tento začarovaný kruh je nazýván metabolickou krizí. Ačkoliv přesné léčebné účinky terapie rázovou vlnou jsou stále nejasné, předpokládá se, že dodávaná akustická energie odblokuje kalciovou pumpu svalové buňky. Tím zvrátí metabolickou krizi v myofilamentech a uvolní spouštěcí body.

5.2.6 Terapie rázovou vlnou u tendinopatií Achillovy šlachy

Léčba tendinopatií Achillovy šlachy rázovou vlnou je podle některých studií z minulých let předmětem výzkumu. Vědecká rada ISMST však v březnu 2008 zařadila achylodynii mezi schválené standartní indikace. V lednu 2011 vydala prohlášení, v němž definuje typy generátorů rázových vln, indikace a požadavky na aplikaci. Z tohoto prohlášení vyplívá, že pomocí fokusované ESWT lze léčit všechna onemocnění se seznamu schválených standartních indikací, kam kromě litotripse patří i chronické tendinopatie a poruchy kostního hojení. Aplikaci může provádět pouze vyškolený lékař. Pomocí RSWT lze léčit pouze povrchové tendinopatie a svalové patologie a terapii mohou kromě lékařů provádět i vyškolení fyzioterapeuti, technici nebo sestry. Neexistuje však žádný obecný guideline pro aplikaci rázové vlny, který by pro každou indikaci přesně definoval parametry rázové vlny a typ generátoru. Obecně se ale dá říci, že pro terapii na povrchových měkkých tkáních se využívá nízko až střednějenergetického nastavení strojů (Obrázek 10).



Obrázek 10: Hustota enegetického toku v závislosti na zvolené terapii (http://www.dolorclast.com.br/humano/html/principios.html)

Důležité je také vědět, kdy terapie vhodná není. Aplikace rázové vlny se nedoporučuje především u pacientů, kteří souběžně podstupují antikoagulační léčbu. Jedná se o preparáty snižující krevní srážlivost kumarinového typu (například Warfarin či Lawarin) nebo heparinového typu (například Clexane, Fraxiparine nebo Zibor). Kontraindikací k léčbě rázovou vlnou jsou i pacienti s prokázanými vrozenými a získanými poruchami krvácivosti a srážlivosti nebo pacienti s krvácivými

projevy. U těchto případů může léčba rázovou vlnou vyvolat výrazné hemoragické projevy. Také injekční aplikace kortikosteroidů kontraindikuje aplikaci rázové po dobu minimálně 6 týdnů od poslední apikace.

Další relativní kontraindikací je těhotenství, bakteriální infekce kosti (infikované zlomeniny, osteomyelitídy) nebo pacienti s nezhojenými ranami. Tyto stavy náleží k posouzení lékařem. Dále se aplikace rázové vlny nedoporučuje pacientům s Alzheimerovou chorobou, polyneuropatií a zhoubnými nádory.

Klinické studie, zaměřené na účinek ESWT u tendinopatií Achillovy šlachy, využívají ve svých měřeních různé stroje. Vulpiani, Trischitta, Trovato, Vetrano a Ferretti (2009) použili ve své studii elektromagnetický generátor rázových vln. Do studie zahrnul 105 pacientů, 89 mužů a 16 žen, celkově 122 Achillových šlach. Zařazovací kriteria obsahovala přítomnost bolesti za posledních nejméně 6 měsíců a selhání kozervativní léčby v posledních 3 měsících. Vyřazeni byli pacienti s dalšími souvisejícími patologiemi jako například polyneuropatie, dále pacienti s předchozím operačním řešením tendinopatie Achillovy šlachy a všichni, kteří v posledním týdnu podstoupili fyzioterapii nebo brali protizánětlivé léky. Věk pacientů se pohyboval mezi 18 a 47 lety, s věkovým průměrem 47,8 let. Všichni pacienti udávali sportovní činnost: 10 pacientů na profesionální úrovni, 63 pacientů na amatérské a 32 pacientů sportovalo příležitostně, nejméně však jednou týdně.

Diagnóza byla stanovena pomocí zobrazovacích metod (rentgenové vyšetření, magnetická rezonance, ultrasonografie), což odhalilo 84 případů (66,1%) entezopatií a 43 případů (33,9%) neúponových tendinopatií. Rentgenové vyšetření dále ukázalo kalcifikace u 25 pacientů, z toho u 23 v úponové oblasti. Pro hodnocení efektivity léčby byla použita Vizuální analogová škála (VAS) a klasifikační škála (Tabulka 3), která vyhodnocovala subjektivní pocity bolesti před a po léčbě.

stupnĚ	symptomy
stupeň 0	žádná bolest
stupeň 1	bolest pouze během sportu bez limitace ve sportovním výkonu
stupeň 2	bolest během sportu, limitující sportovní výkon, někdy i bolest v klidu
stupeň 3	bolest během běžných denních aktivit
stupeň 4	konstantní bolest

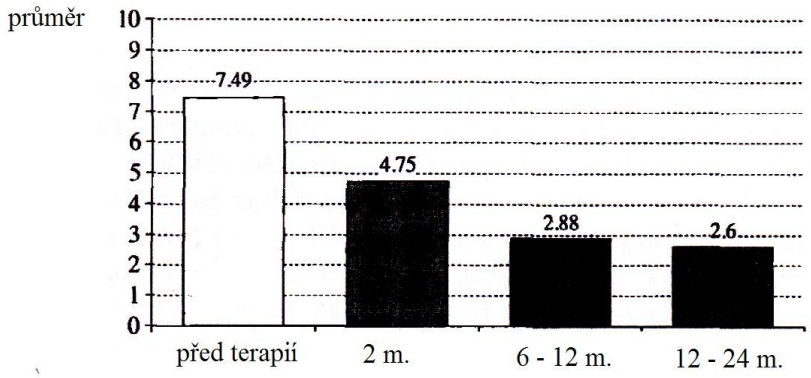
Tabulka 3: Klasifikační škála pro vyhodnocení subjektivních pocitů bolesti (Vulpiani et al., 2009)

Terapie rázovou vlnou byla provedena elektromagnetickým generátorem. Pacienti podstoupili v průměru 4 aplikace (minimálně 3, maximálně 5) v rozestupu 2 až 7 dní. Energetická hodnota se pro neúponové tendinopatie pohybovala mezi 0,08 a 0,033 mJ/mm^2 a pro úponové tendinopatie mezi 0,12 a 0,40 mJ/mm^2 . Během jedné aplikace bylo do bolestivé oblasti dodáno 1500 - 2500 rázů. Aplikace byly prováděny bez jakékoli anestezie. Na konci terapie byli pacienti požádáni o vynechání sportovních aktivit na nejméně 3 týdny.

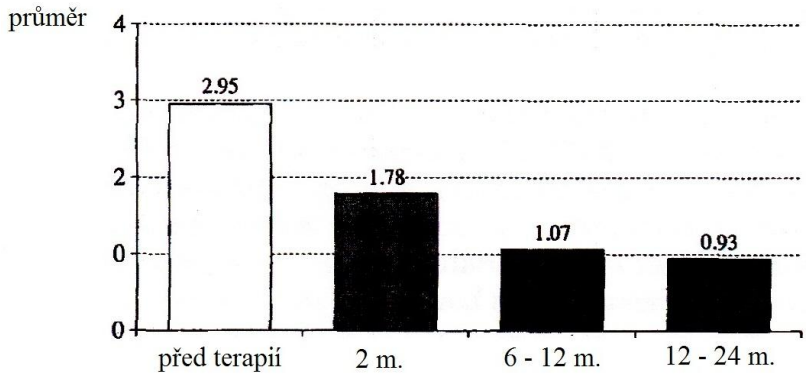
Hodnocení všech pacientů proběhlo před terapií, 2 měsíce a 6 - 12 měsíců po poslední aplikaci. 121 pacientů bylo nadále hodnoceno 13 - 24 měsíců po poslední aplikaci. K vyhodnocení výsledků bylo použito Vizuální analogické škály (VAS) hodnotící bolest na 10 stupních (0 bodů znamená žádnou bolest) a klasifikační škály (Tabulka 3). Výsledky z této škály byly klasifikovány podle kritérií uvedených v Tabulce 4. Excelentní a dobré výsledky byly považovány za uspokojivé, přiměřené a špatné výsledky jako neuspokojivé. Průměrné hodnoty VAS a výsledků klasifikační škály shrnuje Obrázek 11 a Obrázek 12.

výsledek	kritéria
excelentní (excellent)	stupeŘ 0
dobrý (good)	stupeŘ 1 se zlepġením alespoŘ o 2 stupnĎ
pŚimĎŠený (fair)	zlepġení, ale po terapii stupeŘ 2 nebo vyġġí
ġpatný (poor)	ġádné zlepġení

Tabulka 4: Hodnocení výsledkŢ klasifikaļní ġkály (Vulpiani et al., 2009)



Obrázek 11: PrŢmĎrné hodnoty VAS pŚed a po terapii (Vulpiani et al., 2009)



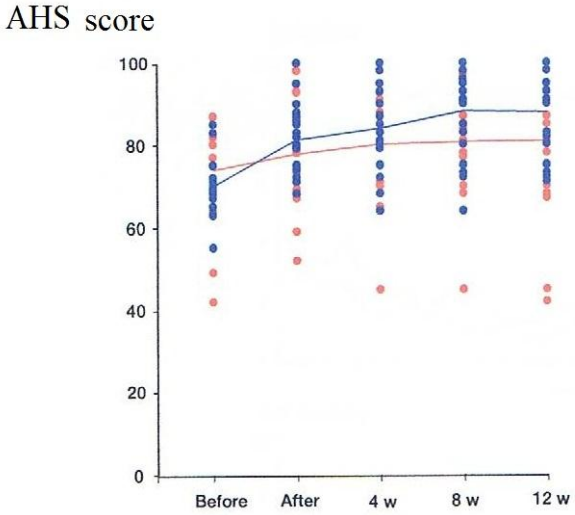
Obrázek 12: PrŢmĎrné hodnoty výsledkŢ klinické ġkály pŚed a po terapii (Vulpiani et al., 2009)

Uspokojivé výsledky byly 2 měsíce po terapii zaznamenány u 47,2% případů. Po třetím hodnocení, tedy 6 -12 měsíců po poslední aplikaci, vzrostl podíl uspokojivých výsledků na 73% případů. Lepších výsledků bylo dosaženo u neúponových tendinopatií Achillovy šlachy než u entezopatií (uspokojivé výsledky 60,5% vs. 43,7% ve 2 měsících po terapii, 77,7% vs. 42,3% 6 - 12 měsíců po poslední aplikaci).

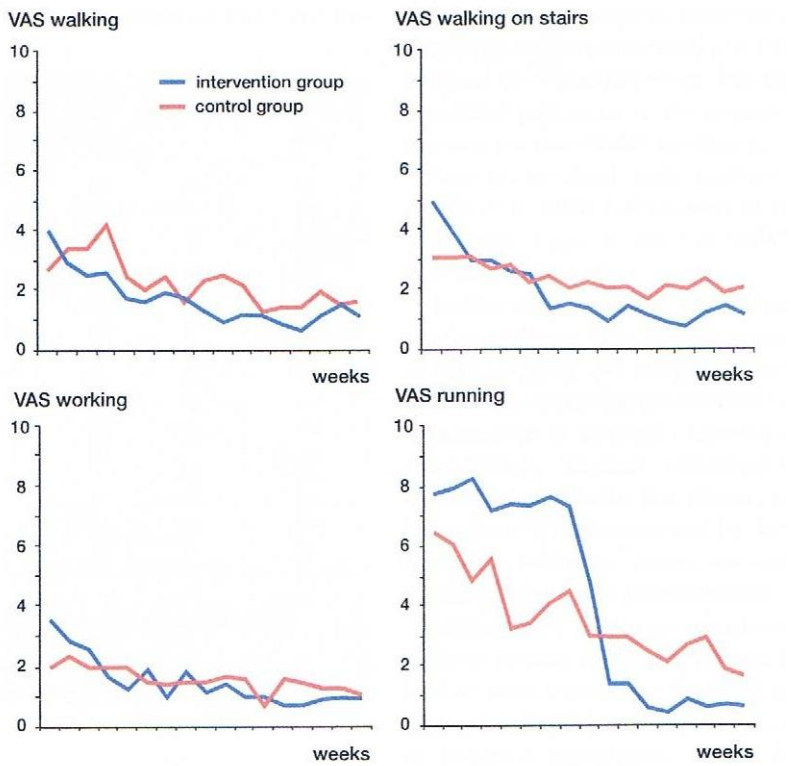
Zajímavé výsledky přinesla i jedna z mála randomizovaných, dvojitě zaslepených studií s kontrolní placebo skupinou (Rasmussen, Christensen, Mathiesen, Simonsen, 2008). Zahrnovala skupinu 48 pacientů (28 mužů a 20 žen) ve věkovém rozmezí 19 - 80 let (průměr 47 let), kteří vykazovali symptomy tendinopatie Achillovy šlachy přes více než 3 měsíce. Po randomizaci do dvou skupin podstoupili všichni pacienti ambulantní konzervativní léčbu a reálnou nebo falešnou aplikaci rázové vlny ve 4 sezeních během 4 týdnů s rozestupem 1 týden. Konzervativní léčba sestávala z protahovacích cvičení a excentrického tréninku. Po každé terapii následovala aplikace rázové vlny. Pacienti byli umístěni tak, aby neviděli použitý přístroj, slyšeli pouze tikající zvuk probíhající terapie. Aplikace byla provedena bez anestezie, s použitím piezoelektrického generátoru Piezoson 100. Hustota energetického toku byla nastavena na 0,12 - 0,51 mJ/mm2 při frekvenci 50 Hz. Do citlivé oblasti bylo dodáno 2000 rázů. U placebo skupiny byl přístroj také nastaven na stejný počet rázů se stejnou frekvencí, ale s energií 0 mJ/mm2.

Výsledky byly hodnoceny pomocí VAS škály během chůze, chůze do schodů, běhu a běžných činností a pomocí AHS. Hodnocení pacientů proběhlo před zahájením terapie, po každém sezení a dále během následujících 3 měsíců - ve 4., 8. a 12 týdnu po poslední aplikaci. AHS skóre dosáhlo po terapii většího zlepšení u intervenční skupiny. Průměrné hodnoty vzrostly ze 70 na 88 oproti kontrolní skupině, kde se hodnoty zlepšily ze 74 na 81 (Obrázek 15). Bolest se snížila u obou skupin, mezi skupinami však nebyl žádný signifikantní rozdíl (Obrázek 16). Analýza podskupin podle pohlaví ukázala, že ženy vykazovaly lepší výsledky - průměrné AHS skóre bylo

po 3 měsících od poslední aplikace 91 v intervenční skupině a 77 v kontrolní skupině. U mužů byly hodnoty mezi skupinami podobné.



Obrázek 15: AHS skóre před a po 4 týdnech terapie a během následujících 3 měsíců. Modrá: intervenční skupina, červená: kontrolní skupina (Rasmussen et al., 2008)

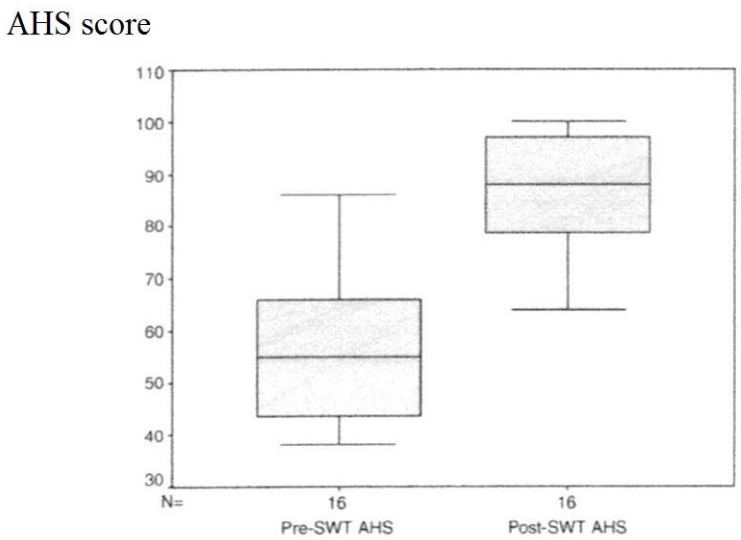


Obrázek 16: VAS skóre pro chůzi, chůzi do schodů, běžnou činnost a běh, modrá: intervenční skupina, červená: kontrolní skupina (Rasmussen et al., 2008)

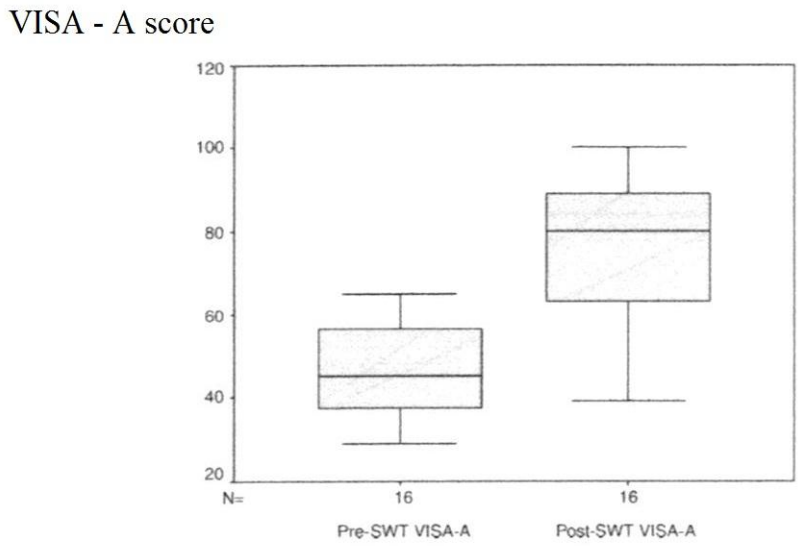
Lakshmanan a O´Doherty (2004) si do své studie vybrali pouze pacienty s chronickými neúponovými tendinopatiemi Achillovy šlachy. Skupinu tvořilo 16 případů tendinopatií u 15 pacientů (12 mužů a 3 ženy) s věkovým pásmem 35 - 77 let (průměrný věk 48,5 let). 11 z nich aktivně sportovalo a 4 pacienti vedli sedavý způsob života. Kritéria pro výběr do skupiny zahrnovala bolest v anamnéze po více než 6 měsíců, která neodpovídala na konzervativní léčbu nesteroidními protizánětlivými léky a fyzioterapii. Diagnóza tendinopatie byla potvrzena ultrazvukovým vyšetřením. Pacienti byli léčeni radiálním typem generátoru firmy Swiss Dolorcast. Absolvovali 3 sezení s týdením rozestupem. Při každé aplikaci bylo do bolestivé oblasti dodáno 2000 rázů pod tlakem 2,5 baru s frekvení 6 - 10 Hz. Hodnocení pcientů bylo provedeno před zahájením terapie a po poslední aplikaci rázové vlny. K vyhodnocení výsledků použili autoři Ankle - hindfoot scale (AHS) a Victorian institute of Sport Assessment - Achilles (VISA - A)

scale. Míru bolesti hodnotili pomocí VAS. AHS publikovala American Orthopaedic Foot and Ankle Society (PŘíloha ľ. 1). Hodnotí funkci (50 bodŤ), bolest (40 bodŤ) a postavení nohy (10 bodŤ). 100 bodŤ znamená nejlepší možný výsledek. VISA - A škála hodnotí pouze funkci Achillovy šlachy (PŘíloha ľ.2). Hodnocené parametry jsou vŇtšinou subjektivní. Maximální výsledek z 8 hodnotících otázek je 100 bodŤ pro Achillovu šlachu bez patologických symptmomŤ.

Výsledky studie ukázaly zlepšení u 14 pacientŤ (87,5%). U 3 pacientŤ byly výsledky excelentní, s návratem k plné sportovní ľinnosti bez limitŤ. V 11 pŘípadech byl zaznamenán témŇŘ úplný návrat k bývalým ľinnostem a 2 pacienti neprokázali žádné zlepšení symptomŤ. PrŤmŇrné AHS skóre vzrostlo z 57,2 na 87,0 po terapii (Obrázek 13). PrŤmŇrné VISA - A skóre se zlepšilo z 46,6 na 75,9 (Obrázek 14). Pacienti také lépe hodnotili závažnost bolesti - prŤmŇrné VAS skóre se snížilo z 4,1 na 0,7.



Obrázek 13: AHS skóre pŘed a po terapii (Lakshmanan, OŽDoherty, 2004)



Obrázek 14: VISA - A skóre pŚed a po terapii (Lakshmanan, OôDoherty, 2004)

Ze studií vyplývá, ġe nejļastĮġí výskyt tendinopatií najdeme u muġŢ stŚedního aġ vyġġího vĮku s aktivní sportovní ļinností. To potvrzuje i retrospektivnĮ zpracovaná statistika z anamestických údajŢ a protokolŢ o aplikaci rázové vlny z roku 2003 na Klinice rehabilitace pŚi Fakultní nemocnici Motol. Skupina zahrnuje 28 pacientŢ (20 muġŢ, 8 ġen) s vĮkovým rozsahem 32 - 72 let (prŢmĮrný vĮk 52,4 let). Sportovní aktivity na závodní ļi profesionální úrovni vykonávalo 9 pacientŢ, na rekreaļní úrovni 10 pacientŢ. U 18 pŚípadŢ (64,2%) bylo zaznamenáno subjektivnĮ hodnocené zlepġení, z protokolŢ vġak nevyplývá o kolik. Ţádné dalġí hodnocení efektivity terapie nebylo pouġito.

5. DISKUZE

Tendinopatie Achillovy glachy je výrazným limitujícím faktorem nejen u sportovcŢ, ale i u pacientŢ se statickou pracovní zátĚží ľi sedavým zpŢsobem givota. OnemocnĚní je pŚedmĚtem mnoha studií, pŚesto zŢstává etiopatogeneze u nĚkterých pŚípadŢ neznámá.

I samotné dĚlení tendinopatií a jednotlivé definice se mezi autory liší. (KoláŚ, 2009; Gallo, 2011). Shoda vgak panuje v názoru, ge v pŚípadĚ Achillovy glachy se jedná ľastĚji o zánĚty glachových obalŢ. Je tedy málo pravdĚpodobné, ge tendinitida Achillovy glachy existuje v této souvislosti jako samostatná patologicko - anatomická jednotka (Gallo, 2011).

Orientace v terapii rázovou vlnou je velmi stígena nejednotným názvoslovím. AutoŚi ľasto zamĚŘují fokusovanou extrakorporální rázovou vlnu za radiální. U radiálního typu generátoru se vgak nejedná o rázovou vlnu v pravém slova smyslu. Mnohem vhodnĚjgí oznaľení by bylo terapie tlakovou vlnou.

Problematické je také rozdĚlení strojŢ podle energetické hladiny. Existuje nĚkolik zpŢsobŢ, jak energii mĚŚit. Lze vzít v úvahu mnogství ľi druh energie vyrobené, dodané do léľené tkánĚ nebo do oblasti fokusace. PŚítomnost mnoha promĚnných parametrŢ je matoucí nejen pro pacienty, ale i pro lékaŚe. Pro úľely této práce bylo uvedeno nejľastĚjgí standardizované mĚŚení energie v ogetŚované oblasti - hustota energetického toku, v anglické literatuŚe oznaľováno jako energy flux density ľi energy flow density. Tento parametr mŢge být definován jako koncentrace energie v oblasti zamĚŚení. Jinými slovy, je to mnogství terapeutické energie dodané do léľené tkánĚ. VyjadŚuje se v milijoulech na milimetr ľtvereľní. I kdyg je vgak definován zpŢsob mĚŚení energetické hladiny, rŢzní autoŚi pougívají rŢzná dĚlení. V kapitole vĚnující se energetickým hladinám rŢzných typŢ generátorŢ bylo uvedeno nejľastĚji pougívané dĚlení.

Klinické studie, které zkoumají efekt ESWT u tendinopatií Achillovy glachy, vĚginou neudávají pŚesné zastoupení jednotlivých typŢ tendinopatií ve skupinĚ. Charakteristika se omezuje

na rozdělení mezi úponové a neúponové tendinopatie (Vulpiani et al., 2009), i když jsou pacienti před terapií vyšetřeni zobrazovacími metodami. Nebo není skupina tendinopatií nadále nijak specifikována (Rasmussen et al., 2008). Toto je možná jeden z faktorů, který skrývá kontroverzní výsledky některých studií. Bylo potvrzeno, že na nízkoenergetickou terapii rázovou vlnou reagují lépe zánětlivé patologie měkkých tkání než kalcifikace (Vulpiani et al., 2009). To potvrzuje i rozdělení terapie dle energetické hladiny (Obrázek 10). V metodologii studií se také opomíjí role pohlaví a věku, která může mít na výsledný efekt značný vliv.

Ve studiích také často chybí kontrolní placebo skupina. V některých případech však nebylo možné ji realizovat s etických důvodů - pacienti si léčbu platili (Vulpiani et al.,2009) .

Terapie rázovou vlnou je trend poslední doby, žádný z autorů se proto nezabýval problematikou vícečetného opakování terapie. Jakkoli rázová vlna stimuluje tvorbu kolagenu a neovaskularizaci, jde především o mikrotraumatizaci, která se hojí drobnými jizvami. Přesto se terapie rázovou vlnou zdá být velmi vhodným doplňkem ke konzervativní terapii. Výsledky ale zastiňuje problematika standardizace nastavitelných parametrů stroje. Terapie jsou prováděny různými typy generátorů, apliakce se pak často liší i v hodnotách použité energie a v počtu aplikovaných rázových vln. Chybí také jednotný systém hodnocení výsledků. Jako vhodná se zdá být VISA - A škála, používaná v poslední době ve stálově větší míře (Iversen et al., 2012).

Také biologický vliv rázových vln není ještě úplně objasněn, klinický výzkum je tedy nezbytný. Biologické účinky jsou spíše odvozovány od fyzikálních. Například neovaskularizace nemusí nutně znamenat lepší mikrocirkularizaci.

Retrospektivní statistika zpracovaná na souboru pacientů z Fakultní nemocnice Motol potvrdila nejčastější výskyt tendinopatií mezi muži středního věku se sportovní anamnézou. Avšak mnohem cennější informace, především o úspěšnosti léčby, nemohly být zpracovány. Validitu informací snižuje hned několik faktorů. Především chybí jednotná škála pro vyhodnocení efektivity terapie. Nové protokoly pro aplikaci rázové vlny již zahrnují subjektviní hodnocení bolesti dle

VAS. V roce 2003 obsahovaly protokoly pouze informace o výskytu bolesti (v klidu, během denních činností, při zátěži), počet terapií a aplikovaných rázů při dané frekvenci. Rok 2003 byl zvolen pro nejvyšší počet pacientů ve skupině za rok. To souvisí z dalším limitujícím faktorem - některé tendinopatie Achillovy šlachy byly zahrnuty pod diagnózu Haglundova exostóza či calcar calcanei. Identifikovat všechny takovéto případy však bylo nemožné, v anamnéze někdy chybějící přesný popis lokalizace bolesti či zpráva z ultrazvukového vyšetření. V některých případech byl ve složce pouze protokol o apliakci rázové vlny, tedy žádné anamnestické údaje, které by potvrdily stanovenou diagnózu.

6. ZÁV'nR

Aľkoli je tendinopatie Achillovy ġlachy intenzivnĎ studována, stále je tu nedostatek ŚádnĎ provedených vĎdeckých výzkumŢ, které by zcela objasnily etiopatogenezi nemoci a urľily optimální terapii. Léľba rázovou vlnou se v posledním desetiletí stala velmi populární a v této souvislosti se objevilo mnoho studií prokazujících pozitivní úľinek rázové vlny. Výsledky jsou vġak velmi diskutabilní. Ľasto chybí kontrolní placebo skupina, studie není dvojitĎ zaslepená a podobnĎ Na nepŚehlednosti výsledkŢ má podíl i moġnost volby z více typŢ generátorŢ rázové vlny, kde lze nastavit rŢzné parametry.

Navzdory tĎmto limitŢm ukázaly studie pozitivní efekt rázové vlny pŚi léľbĎ tendinopatií Achillovy ġlachy a ESWT se zdá být vhodným doplŘkem pŚi konzervativní terapii. Pro klasifikaci ESWT jako EBM je nezbytné provést více prospektivních randomizovaných klinických studií s kontrolní skupinou a standardizovat technické parametry stroje.

7. REFERENĻNÍ SEZNAM

Bachmann, C., et al. ESWT and ultrasound imaging of the musculosceletal system, Steinkopff Verlag Darmstadt 2001, ISBN 3 - 7985 - 1252 ï 3

Dungl, Pavel a kol.: Ortopedie, Praha: Grada 2005, Vydání první, ISBN 80-247-0550-8

Forslund, C. BMP treatement for improving tendon reapir. Studies on rat and rabbit Achilles tendons. Acta Orthopaedica Scandinavica, 2003, no. 308, vol.74, ISSN 3432 ï 1989

Han, S., et al. Effect of extracorporeal shock wave therapy on cultured tenocytes. Foot and ankle surgery, 2009, ISSN 2009 ï 0093

Hnátová, I. et PavlŢ, D. Rehabilitace pacienta s rupturou Achillovy ğlachy. Rehabilitácia, 2011, vol.48, no.2, s. 67-77. ISSN 0375-0922

Iversen, J., et al. The Victorian Institute of Sports Assessement - Achilles questionaire (VISA - A) - a reliable tool for measuring achilles tendinopathy. The international Journal of Sports Physical Therapy, 2012, vol.7, no.1. ISSN 2398 ï 6533

Jarvinen, T., et al. Achilles tendon injuries. Rheumatology, 2001, s. 150 - 155, ISSN 1040ï 8711

KoláŠ P., et al. Rehabilitace v klinické praxi. Praha : Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1

Kraemer, R., et al. Analysis of hereditary and medical risk factors in Achilles tendinopathy and Achilles tendon ruptures: a matched pair analysis. ARTHROSCOPY AND SPORTS MEDICINE, 2011 ISSN -O127 -1476

Lakshmanan, P. et O`Doherty, P. Chronic achilles tendinopathy: treatement with extracorporeal shock waves. Foot and ankle surgery, 2004, s. 125 - 130. ISSN 1268 - 7731

Loske, A. Shock wave physics for urologist, Mexico: Universisad de Vallé de Mexico 2007, ISBN 978 - 970 - 32 - 4377 - 8

Neviaser, A., et al. Basic mechanisms of tendon fatigue damage. Journal of shoulder end elbow surgery, 2012, vol. 21, s. 158-163 ISSN 1058 - 2746

Notarnicola, A., et al. Effects of radial shock waves therapy on osteoblast activities. Musculosceletal Surgery, 2012, ISSN 1024 ï 021

Orhan, Z., et al. An experimental study on the application of extracorporeal shock waves in the treatement of tendon injuries: preliminary report. Journal of Orthopaedic Science, 2001, vol 26, ISSN 8533 - 2496

Orhan, Z., et al. The effect of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendo Achillis. The Journal of bone and joint surgery, 2004, vol. 86 - B, ISSN 1302 - 0301

Rasmussen, S., et al. Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy. Acta Orthopaedica, 2008, s. 249 - 256, ISSN 1745 - 3674

Richards, P., et al. Longitudinal microvascularity in Achilles tendinopathy. Sceletal Radiology, 2010, vol 39, s.509-521 ISSN 3477 - 8310

Scott, A., et al. Conservative treatment of chronic Achilles tendinopathy, 2011, s 1 ï 12, ISSN 1503 - 0224

Sosna, A., et al. Základy ortopedie, Poruchy mĚkkých tkání z pŚetíţení, Praha: Triton 2001, I SBN 80 - 7254 - 202 ï 8

Tardioli, A., et al. Immediate and short-term effects of exercise on tendon structure: biochemical, biomechanical and imaging responses. British Medical Bulletin, 2012, s.1-34 ISSN 1093 - 0052

Valenta, J. et Konviľková, S. Biomechanika ľlovľka, Praha: Vydavatelství ĽVUT 1996, ISBN 80 - 01 - 01452 - 5

Vulpiani, M., et al. ESWT in Achilles tendinopathy. A long-term follow-up observational study. Journal od Sports Madicine and Physical Fitness, 2009, s.171 - 176, ISSN 4917 - 1675

Wilson, M. et Stacy, J. Shock wave therapy for Achilles tendinopathy. Musculosceletal medicine, 2011, ISSN 9067 - 0010

Wren, t., et al. A model for loading-dependent qrowth, development, and adaptation of tendons and ligaments. Journal of Biomechanisc, 1997, no.31, s.107-114, ISSN 0021 - 9290

Wren, T., et al. Mechanical properties of the human Achilles tendon. Clinical Biomechanics, 2000, s. 245 - 251. ISSN 0268 - 0033

Yoo, S., et al. Effects of extracorporeal shockwave therapy on nanostructural and biomechanical responses in the collagenase - induced Achilles tendinitis animal model, London: Springer - Verlag 2012, ISBN 10103 - 011 - 1049 - 0

8. Př ÍLOHY

PŚíloha ļ.1: AHS scale (http://eorif.com/AnkleFoot/Ankle%20Ft%20Outcomes.html)

Ankle-Hindfoot Scale (100 Points Total)

Pain (40 points)	
None	40
Mild, occasional	30
Moderate, daily	20
Severe, almost always present	0
Function (50 points)	
Activity limitations, support requirement	
No limitations, no support	10
No limitation of daily activities, limitation of recreational activities, no support	7
Limited daily and recreational activities, cane	4
Severe limitation of daily and recreational activities, walker, crutches, wheelchair, brace	0
Maximum walking distance, blocks	
Greater than 6	5
4-6	4
1-3	2
Less than 1	0
Walking surfaces	
No difficulty on any surface	5
Some difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	3
Severe difficulty on uneven terrain, tairs,inclines,ladders	0
Gait abnormality	
None, slight	8
Obvious	4
Marked	0
Sagittal motion (flexion plus extension)	
Normal or mild restriction (30° or more)	8
Moderate restriction (15°-29°)	4
Severe restriction (less than 150)	0
Hindfoot motion (inversion plus eversion)	
Normal or mild restriction (75%-100% normal)	6
Moderate restriction (25%-74% normal)	3
Marked restriction (less than 25% normal)	0
Ankle-hindfoot stability (anteroposterior,varus-valgus)	
Stable	8
Definitely unstable	0
Alignment (10 points)	
Good, plantigrade foot, midfoot well aligned	15
Fair, plantigrade foot, some degree of midfoot malalignment observed, no symptoms	8
Poor, nonplantigrade foot, severe malalignment, symptoms	0
Total=	100

American Orthopaedic Foot and Ankle Society
From: http://www.aofas.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3494

Příloha č.2: VISA - A scale (http://bjsm.bmj.com/content/35/5/335.full)

4. Do you have pain walking downstairs with normal gait cycle?

strong severe pain ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

POINTS ☐

5. Do you have pain during or immediately after doing 10 (single leg) heel raises from a flat surface?

strong severe pain ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ no pain

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

POINTS ☐

6. How many single leg hops can you do without pain?

0 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

POINTS ☐

7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?

0	☐	Not at all
4	☐	Modified training ± modified competition
7	☐	Full training ± competition but not at same level as when symptoms began
10	☐	Competing at the same or higher level as when symptoms began

POINTS ☐

Příloha č.3: Kazuistika

Anamnéza

K.T., rok narození 1964

OA: fyziologický vývoj, běžné dětské nemoci, úrazy: 0, operace: 2004 hysteresektomie

pojínající halux valgus na PDK

RA: bezvýznamná

PA: kuchařka, 13h směny systémem krátký dlouhý týden

SA: rekreační běžec, kolo

AA: negativní

FA: pravidelně užívá léky na hypertenzi a hypofunkci štítné žlázy

4/2012 předepsán Apo-Diclo na zánět zubu, po poradě s lékárníkem brala i při největších obtížích s Achillovou šlachou

Abusus: nekuřák, alkohol příležitostně

NO: 3/2012 nástup do nové práce, kde nošení těžkých vůcí

rozvoj bolestí na zadní části paty LDK při zátěži, poté i lehké otoky prstců - stahování obvazem cca 2 měsíce

zpočátku léčeno nesteroidními protizánětlivými léky ve formě gelu (Voltaren, Aulin), poté návštěva u ortopeda, který vyšetřil levou AŠ ultrazvukem a doporučil obstřiky - pacientka odmítla

Subjektivně Pacientka se cítí dobře, zpočátku nedůvěra k terapii, po sérii třech aplikací RSWT výrazná úleva od bolesti, zmírnění otoku

Objektivně Pacientka plně spolupracuje. Kontura levé AŠ mírně zesílena. Bolest při zátěži na zadní straně paty. Palpační bolestivost 3 cm nad úponem AŠ mediálně. Rozsahy obou hlezenních kloubů symetrické, v normě. Příčná klenba mírně snížená, podélná klenba v odlehčení i zatížení v normě na obou DKK. Neurologický nález bez deficitu.

Vyšetření stoje:

pohled zezadu: elevace ramen, přetížení paravertebrálních svalů v oblasti Th9 - L1, gluteální rýhy ve stejné výšce

pohled zepředu: elevace ramen, vklesnutí pod dolními žebry

pohled z boku: protrakce ramen, anteverze pánve, vertikála v sagitální rovině prochází pouze uchem a laterálním kotníkem, rameno a kyčel jsou ventrálněji (rameno více než kyčel)

Trendelenburgova zkouška - negativní

Véleův test - negativní

délka DKK: funkční i anatomická délka v symetrii

orientační vyšetření rozložení váhy pomocí dvou vah - symetrické

Vyšetření chůze: výrazněější úder patou, chodidla mírně vytočena laterálně

Vyšetření DKK: omezená ZR kyčlí, zvýšené napětí hamstringů bilat., TrPs v m.triceps surae vlevo, blokáda v horním hlezenním kloubu vlevo

krátkodobý RHB plán: TMT a mobilizace akra LDK

PIR na hamstringy bilaterálně a m.triceps surae vlevo

cviky dle DNS konceptu na posílení HSSP

aplikace RSWT 3x instruktáž k domácímu cvičení

edukace ohledně zatěžování, vhodných sportů, vhodné obuvi

dlouhodobý RHB plán: změna pracovních podmínek

úprava postury a rozložení tělesné

RSWT - program achillodynie

- poloha pacienta: vleže na břiše, noha podložená pod kotníkem
- provedeny 3 procedury s odstupem 7 - 9 dní
- průběh terapie: manuální lokalizace bolestivých bodů palpací podél AČ, aplikace gelu

  terapii zahajujeme 400 rázy, 2 bary, 5 Hz v okolí nejbolestivějšího místa, následně ošetříme nejbolestivější místo cca 1000 rázy a to vždy podélně se šlachou, postupně aplikujeme do dalších bolestivých bodů v lýtku, podle reakce pacienta zvyšujeme energii do 3 barů, posledních 400 pulzů aplikujeme s frekevncí 10Hz

Závěr:

Onemocnění je důsledkem výrazného pracovního přetěžování. Původ je ale ve vadném držení těla. Po první aplikaci RSWT nedošlo ke zlepšení stavu, pouze k přesunutí palpačně bolestivého místa blíže k úponu AČ. To přisuzuji dalšímu dynamickému zatížení i mimo práci v době první aplikace i přes doporučení AČ nezatěžovat v průběhu terapie. Pacientka těsně před zahájením RSWT změnila práci, což mohlo přispět k úspěšnosti léčby. Bylo konzultováno zařazení kompenzačních sportovních aktivit jako například plavání a využití oropedických pomůcek, především vložek do bot s vyměkčenou patou.

PŚíloha ļ.4: Fotodokumentace ke kazuistice, pohled zepŚedu

PŚíloha ļ.5: Fotodokumentace ke kazuistice, pohled zezadu

Příloha č.6: Fotodokumentace ke kazuistice, pohled z boku