

REHABILITACE A FYZIKÁLNÍ LÉKAŘSTVÍ

(Volné pokračování Fysiatrického a revmatologického
věstníku založeného v roce 1923)

4

VYDÁVÁ
ČESKÁ LÉKAŘSKÁ SPOLEČNOST J. E. PURKYNĚ

ROČNÍK 16 PROSINEC / 2009

ISSN 1211-2658
Indexed in EMBASE/Excerpta Medica
Excerptováno v Bibliographia Medica Českoslovaca

Časopis je indexován v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik
Rady vlády pro výzkum a vývoj ČR.



PŮVODNÍ PRÁCE

LÉČBA RÁZOVOU VLNOU U ONEMOCNĚNÍ POHYBOVÉHO ÚSTROJÍ

Nedělka T.^{1,2,4}, Nedělka J.², Nosek M.³, Barták V.⁵, Kašpar J.⁴

Neurologická klinika dospělých 2. LF UK, Praha¹

Oddělení pro léčebnou rehabilitaci a léčbu bolesti, Praha²

1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha³

ČVUT, Fakulta biomedicínského inženýrství, Společné pracoviště biomedicínského inženýrství FBMI a 1. LF UK, Praha⁴

1. ortopedická klinika 1. LF UK, Praha⁵

SOUHRN

Léčba rázovou vlnou - extracorporeal shockwave therapy /ESWT/ - je relativně novou metodou fyzikální léčby, která má svou nezapustitelnou úlohu v léčbě celé řady nemocí pohybového ústrojí. V přehledovém článku autoři shrnují fyzikální a biologické principy ESWT, její krátkou historii, výsledky klinických studií, indikace, kontraindikace a doporučená terapeutická schémata pro konkrétní onemocnění.

Klíčová slova: rázová vlna, biologické principy, pohybové ústrojí, terapeutická schémata

SUMMARY

Nedělka T., Nedělka J., Nosek M., Barták V., Kašpar J.: Extracorporeal Shockwave Therapy of Musculoskeletal System

Extracorporeal shockwave therapy is a novel approach used for treatment of various disorders of musculoskeletal system. Its application range is very wide and includes tendinopathies, plantar fasciitis, degenerative recalcitrant processes /heel spur, calcifying tendinitis of rotator cuff/ and bone non-unions in adults. In this review, authors describe physical aspect of shockwave therapy, its brief history, methods of use, indications, contraindications and suggested application procedures for certain musculoskeletal system disorders.

Key words: shockwave, biological principles, musculoskeletal system, therapeutic schedules

Rehabil. fyz. Lék., 16, 2009, No. 4, pp. 139–149.

1 FYZIKÁLNÍ PRINCIPY RÁZOVÉ VLNY

Rázová vlna /RV/ je akustický pulz v trvání cca 1 mikrosekundy. Průběh rázové vlny v čase je 2fázový, s vysokou amplitudou tlaku v rozmezí 35–120 MPa (30).

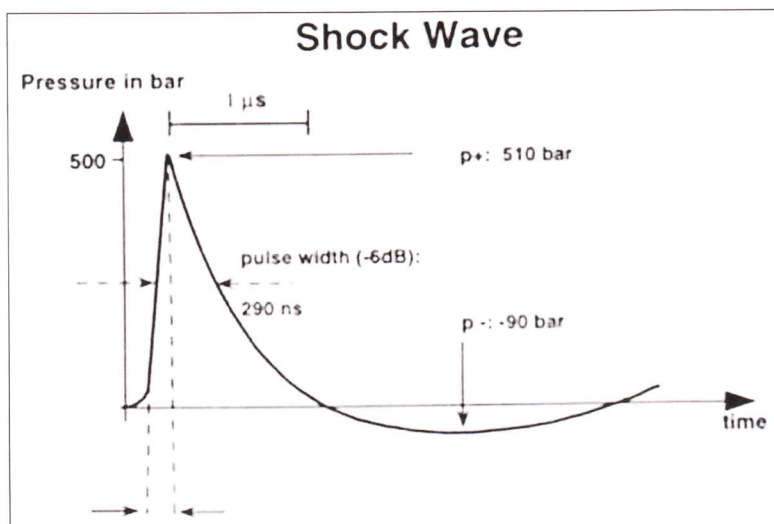
První, pozitivní fáze (obr. 1) průběhu RV, se vyznačuje velmi krátkým trváním /cca 10 ns/, peak hodnoty tlaku dosahuje až 120 MPa, poté amplituda křivky nejprve strmě, následně pozvolněji klesá a dosahuje záporných hodnot s minimem až -10 MPa /negativní fáze průběhu rázové vlny označovaná také jako tensile wave/. Negativní fáze RV je spojena s charakteristickým fyzikálním fenoménem, tzv. *kavitací*.

Kavitace vzniká náhlou expanzí dříve stlačené-

ho prostoru, trvá krátce /100 ms/ a v důsledku výrazného poklesu tlaku v místě průchodu RV dochází k pohybu a expanzi bublin plynu v prostoru (5).

Následný *kolaps kavitační „bubliny“*, který je možno registrovat ultrasonograficky, vytváří novou, lokální sférickou rázovou vlnu. Tato druhotná RV rovněž předává svou energii cílové tkáni a má velký význam v mechanismu působení RV na rozhraní prostředí s rozdílnou hustotou. Kavitační efekt se využívá u litotripse a léčbě kalcifikací /viz dále/.

Energii předanou prostřednictvím rázové vlny do vzdáleného bodu v těle pacienta označuje parametr EFD /energy flux density-hustota toku energie/. EFD je klíčová pro biofyzikální interakce RV a cílové tkáně.



Obr. 1. Průběh rázové vlny v čase. Je charakterizována prudkým nárůstem tlaku /p/ s následným pozvolným poklesem s dosažením záporných hodnot p. V této fázi dochází k typickému fyzikálnímu jevu - tzv. kavitaci.

Hodnota EFD rozděluje ESWT na vysokoenergetickou /HESWT/ a nízkoenergetickou /LESWT/. HESWT (EFD = 0,3-0,6 mJ/mm²) se vzhledem k větším rizikům aplikace a horší tolerance pacientů s nutností použití svodné anestezie používá zřídka. Naopak LESWT (EFD=0,08-0,3 mJ/mm²) je bezpečná, lépe tolerovaná a nedochází u ní k větším tkáňovým poškozením. Efektivita obou typů terapie se výrazněji neliší (19).

Kromě energie nabízejí moderní přístroje široké možnosti nastavení dalších parametrů - počtu aplikovaných rázů, frekvence a v případě radiálních generátorů rázové vlny možnost regulace výstupního tlaku kompresoru /v barech/. Tlaku 1 baru odpovídá hodnota cca 0,08 mJ/mm (obr. 1).



Obr. 2. Sférický tvar rázové vlny /oblak kolem křídel/ u bojového letounu při dosažení rychlosti zvuku.

2. GENERÁTORY RÁZOVÉ VLNY

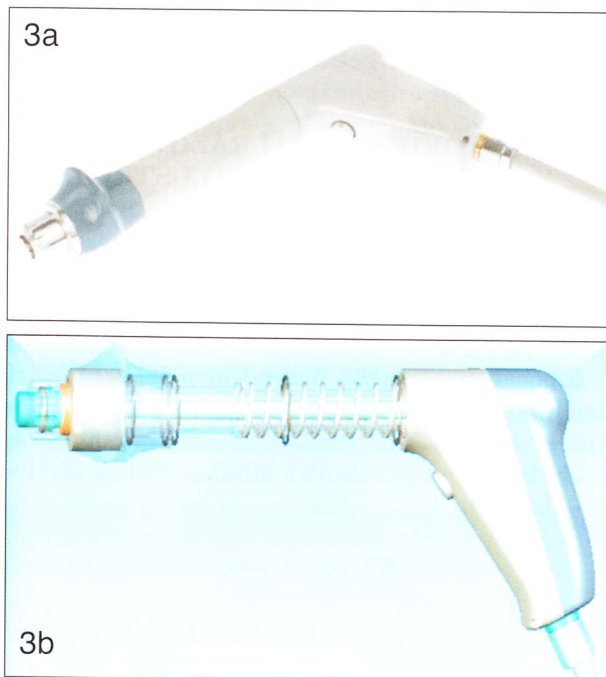
RV doprovází řadu přírodních jevů, které za normálních okolností ponecháváme bez povšimnutí. Přírodními generátory RV jsou například bouřky, kdy v důsledku uzemnění blesku vzniká sférická RV na elektro-mechanickém principu. Stejně tak zemětřesení či exploze vulkánů jsou doprovázeny vznikem mohutných RV, které jsou detekovatelné na velké vzdálenosti. Rázovou vlnu můžeme registrovat i jako důsledek činnosti člověka, například u explozí či jako akustický třesk doprovázející překonání rychlosti zvuku supersonickým letounem (obr. 2).

V klinické praxi se dnes používá několik typů generátorů rázových vln, které se liší maximální hodnotou tlaku, poměrem tlaku a podtlaku a prostorovým rozložením rázové vlny. Všechny typy generátorů rázových vln využívají elektrickou energii, kterou mění na tlakovou akustickou vlnu. V současné době existuje několik typů generátorů lišících se technickým provedením a fyzikálními vlastnostmi vzniklé rázové vlny (9).

2.1 Generátory radiální rázové vlny /r-SWT/

Generátory r-SWT jsou v ČR nejrozšířenější a jsou dostupné na několika desítkách pracovišť. Jsou v nabídce např. v přístrojích české proveniencí BTL řady 5000SWT či ve švýcarských Storz Masterpuls a EMS Dolorclast. Na našem oddělení používáme 2 generátory radiální rázové vlny - BTL5000SWT a Storz MP100.

Rázová vlna je zde generována pneumaticky, kdy v aplikátoru rychlým opakovaným pneumatickým pulzem je vystřelován projektil, který naráží na vysílač (obr. 3). Na jeho povrchu se vytváří rázová vlna, která se pomocí aplikátoru cíleně přenáší do hlubokých tkáňových struktur. Pro léčbu pohybového ústrojí pomocí radiální rázové vlny jsou užívány přístroje pracující s výstupními tlaky cca 5 barů, které vytvářejí radiální akustickou tlakovou vlnu „nízko až středně energetickou“ s energií cca 0,02 – 0,35 mJ/mm² pronikající do hloubky tkáně cca 35 mm. energii radiální rázové vlny nelze koncentrovat do jednoho ložiska, jako je tomu u fokusovaných generátorů.



Obr. 3a,b. Aplikátor pneumatického generátoru rázové vlny. Středem aplikátoru prochází trubice, v níž se pod vysokým tlakem pohybuje projektil z ušlechtilého kovu.

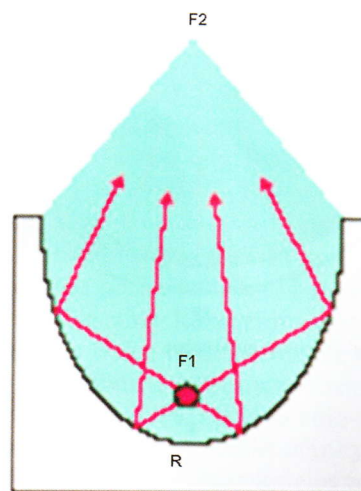
2.2 Generátory fokusované rázové vlny

Pro léčbu pohybového ústrojí pomocí fokusované rázové vlny jsou užívány přístroje pracující s různou energií, pronikající do hloubky větší než 35 mm. RV je pomocí čoček koncentrována do ohniska v léčené struktuře. Různými čočkami (nástavci) lze následně modelovat velikost ohniska.

2.2.1 Elektrohydraulický generátor

Je prvním a nejstarším typem generátorů rázových vln v klinické praxi, vyvinutý německou firmou Dornier počátkem 80. let. Rázová vlna zde vzniká při elektrickém výboji vybitím energie kondenzátoru ve vodě mezi dvěma hroty elektrod. V okolí jiskry dochází k přehřátí kapaliny. Prudká expanze, připomínající malou explozi, se šíří všemi směry jako kulová tlaková vlna, přičemž amplituda tlaku s narůstající vzdáleností klesá. Je nutné tuto energii zpětně koncentrovat, čehož je dosaženo parabolickým reflektorem, který centruje tlak do sekundárního ohniska. Rozměry ohniska závisí na rozměrech fokusačního elipsoidu (reflektoru). Větší elipsoid soustřeďuje rázovou vlnu do menšího sekundárního ohniska s vyššími tlaky (5).

Ačkoli je stále používán, má jiskrový zdroj řadu stinných stránek. Pozice jiskry je špatně kontrolovatelná, elektrody musejí být často vyměňo-



Obr. 4. Elektrohydraulický generátor, F1–primární ohnisko (místo jiskrového výboje), F2–sekundární ohnisko (místo působíště rázových vln), R–parabolický.

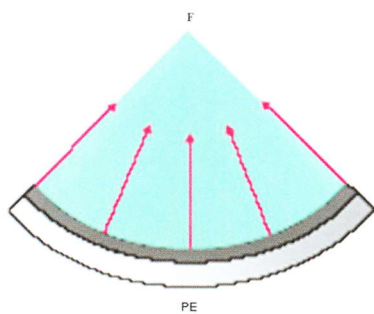
vány z důvodu opotřebení, ruší vysoká hladina hluku a část rázové vlny je nezaostřena, a tudíž nevyužitelná (obr. 4).

2.2.2 Piezoelektrický generátor

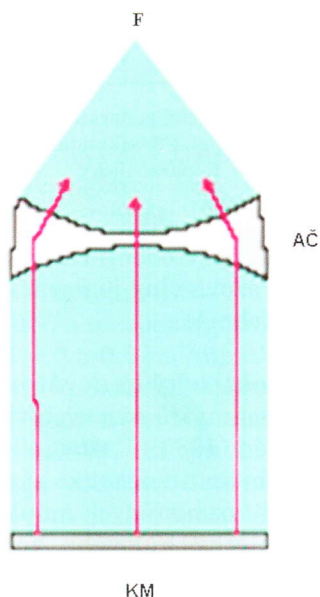
Další typ generátorů rázových vln vznikl o několik let později (1985). Rázová vlna zde vzniká po synchronním kmitu několika stovek piezoelektrických prvků rozmístěných na ploše sférického talíře (část plochy kulového vrchlíku), který umožňuje koncentraci rázových vln do ohniska. Výhodou piezoelektrického generátoru je malé ohnisko, ale i možnost pracovat s vyšší frekvencí. Nevýhodou piezoelektrického generátoru jsou nižší tlaky rázových vln (obr. 5).

2.2.3 Elektromagnetický generátor

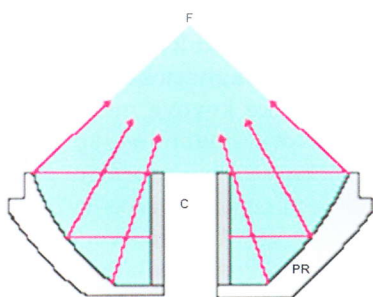
Princip elektromagnetického generátoru spočívá v kmitu tenké kovové membrány přiléhající k ploché cívice – podobně jako u reproduktoru. Kmitem kovové membrány po průchodu proudového impulsu v cívice vzniká rovinná akustická vlna, která se šíří vodou a je fokusována akustickým systémem čoček do ohniska. Na rozdíl od hydraulického zdroje se nejprve vytváří rovinná akustická vlna s dlouhým trváním a teprve ta se stává na své dráze vlnou rázovou. Nevýhodou těchto generátorů, zejména starších typů, je menší rázová vlna. Další nevýhodou je velmi dlouhé ohnisko oproti hydraulickému generátoru a prohloubená negativní část rázové vlny, která zvýrazní vedlejší účinky (kavitaci) a může vést k traumatizaci okolních tkání (obr. 6).



Obr. 5. Piezoelektrický generátor.



Obr. 6. Elektromagnetický generátor. F–ohnisko rázových vln, AČ–akustický systém čoček, KM–kovová membrána.



Obr. 7. Cylindrický elektromagnetický generátor. C–cylindrický zdroj rázových vln, F–ohnisko rázových vln, PR–parabolický reflektor.

2.2.4 Ostatní generátory RV

Různými modifikacemi zdroje vznikly další generátory rázových vln. Nejpokročilejším uspořádáním je uspořádání cylindrické, které využívá odrazu od parabolického reflektoru, který fokusuje rázovou vlnu do ohniska. Výhodou tohoto zdroje

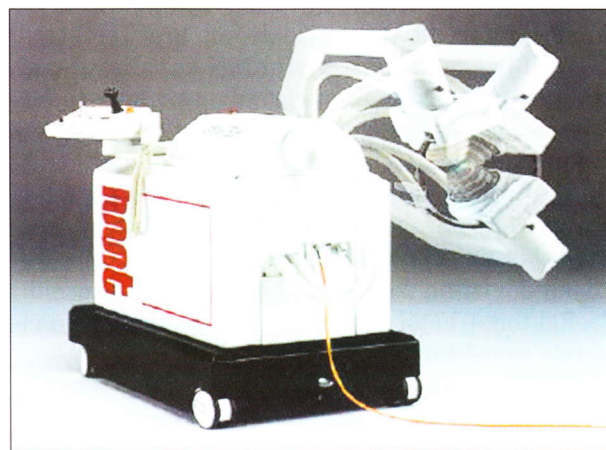
je je to, že poskytuje přesně regulovatelné rázové vlny na všech energetických hladinách (obr. 7).

3. HISTORIE VYUŽITÍ RÁZOVÉ VLNY V LÉČBĚ POHYBOVÉHO ÚSTROJÍ

Přestože první generátor RV byl sestaven již v roce 1955 pro ryze technické účely, větší zájem o studování biofyzikálních principů rázové vlny přišel až v 60. letech 20. století poté, co se v r. 1966 v laboratoři německé firmy Dornier obsluhující technik omylem dotkl plátu, do kterého narazil letící projektíl. Ucítil značně bolestivý vjem v prstech, který byl přisuzován silnému výboji statické elektřiny, ten však nebyl měřením prokázán. Byla však prokázána přítomnost rázové vlny (10).

Další výzkum a první experimenty na laboratorních zvířatech v letech 1968 - 1971 přinesly řadu nových zjištění. Bylo prokázáno, že některé tkáně jsou na působení RV citlivější než jiné. Například plicní tkáň byla při vysokoenergetické aplikaci RV poškozena více nežli podkožní vazivo. Byl rovněž prokázán destruktivní efekt RV na ledvinné a biliární konkrementy, což vedlo k dalšímu studiu těchto interakcí, a v roce 1980 byl v Mnichově úspěšně залечен první pacient s konkrementem na prototypu lithotriptoru Dornier HM1. Použití rázové vlny v léčbě pohybového ústrojí bylo v literatuře poprvé zaznamenáno v roce 1988 u pacientů s paklobou (25).

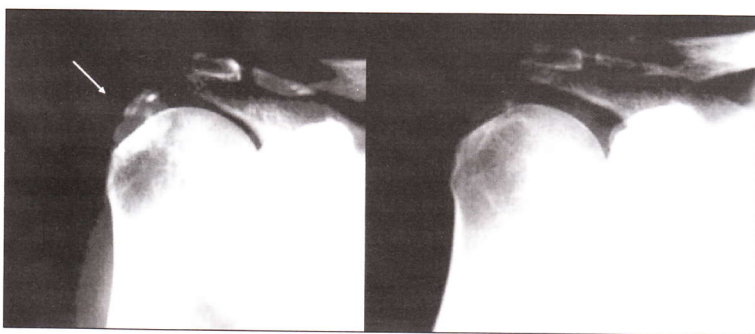
V počátku 90. let 20. století byla léčba RV experimentálně využita také u řady dalších ortopedických onemocnění, například u patních ostruh, kalcifikující tendinitidy ramene, plantární fasciitidy či aseptických kostních nekróz. V Německu došlo k velké oblibě metody a představení prvního generátoru rázové vlny pro ortopedické využí-



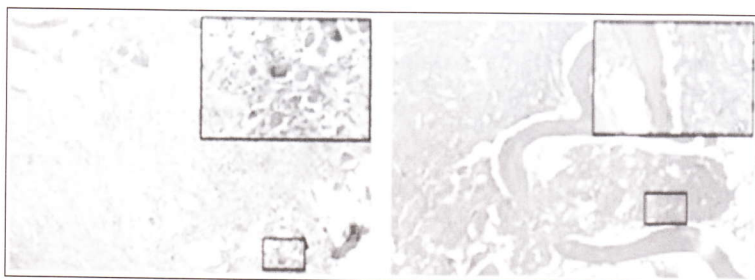
Obr. 8. První generátor RV v ortopedii – systém HMT Ossatron.

tí ESWT na sebe nenechalo dlouho čekat. V roce 1993 byl představen systém HMT Ossatron s výkvným ramenem generátoru pro snazší umístění nad oblast aplikace. V porovnání se současnými přístroji byly jeho rozměry gigantické (obr. 8).

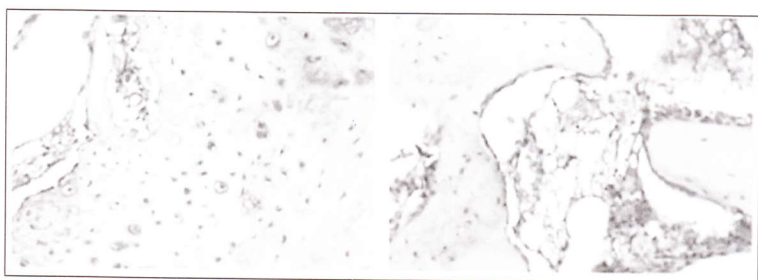
V průběhu devadesátých let došlo k rozšíření metody i do okolních zemí a v roce 1996 byla založena organizace ISMST /International Society for Medical Shockwave Therapy, www.ismst.com/. Během posledních několika let došlo ke značnému zdokonalení a miniaturizaci přístrojové základny pro terapii ESWT i prohloubení znalostí o interakci RV s okolní tkání. V současnosti je ESWT v databázi pubmed.com věnováno přes 1100 vědeckých prací.



Obr. 9. Resorpce kalcifikace v úponu rotátorové manžety (označeno šipkou). (Převzato z Cosentino R. et al., 2003.)



Obr. 10. Výrazně vyšší zastoupení osteoblastů při barvení hematoxylin-eosin ve vzorku tkáně pacienta po aplikaci ESWT /obrázek vlevo/ oproti kontrolám /vpravo/.



Obr. 11. Koncentrace von Willebrandova faktoru /vWF/ v imunohistochemickém nálezu. vWF autor považuje jako marker angiogeneze. Jeho koncentrace je signifikantně zvýšena u ESWT skupiny /tmavé partikule na obrázku vlevo/ v porovnání s kontrolním souborem. (Převzato z Wang C. J. et al., Rheumatology, 2008.)

4. ÚČINKY LÉČBY ESWT

Mechanismus účinků ESWT byl za 20 let klinické praxe velmi podrobně studován. Jak již bylo zmíněno výše, rázová vlna sestává z krátké pozitivní fáze charakterizované nárůstem tlaku a poté mnohem delší fází jeho poklesu – tzv. tensile wave. Klíčovou roli pak hrají molekuly plynu v tkáni. Bublina plynu velikosti 1 mm je při šíření pozitivní fáze vlny komprimována až na 0,5 um, při poklesu tlaku však dochází k výraznému nárůstu energie uvnitř bubliny, ta rozpínáním expanduje, vytváří kavitaci a generuje druhotnou RV (7). Obecně můžeme rozdělit účinky ESWT na fyzikální /porušení kalciových depozit/ a biologické /metabolický a cytoproliferativní účinek, analgezie/.

4.1 Mechanické účinky ESWT

- porušení kalciových depozit

Již během 80. let bylo experimentálně prokázáno, že stejně jako u ledvinových kamenů i u kalcifikací se uplatňují obě fáze RV a vedou k poškození integrity povrchu a navození resorpce kalciových depozit (6). V současnosti je však od této teorie spíše odklon a resorpce depozit v delším časovém úseku je nejspíše dána neovaskularizací, obdobně jako u kostního hojení /viz dále/.

Na obr. 9 vidíme úplnou resorpci kalcifikace úponu rotátorové manžety pravého ramene před a 4 týdny po aplikaci fokusované RV s energií 0,28 mJ/mm² do této oblasti.

4.2 Biologické účinky ESWT

- kostní metabolismus

Wang ve své recentní práci (26) prezentuje nárůst osteoblastické aktivity i vaskularizace v podobě zvýšené exprese von Willebrandova faktoru v histopatologickém nálezu u pacientů s aseptickou nektrózou hlavice kyčelního kloubu, kteří podstoupili operační řešení (obr. 10, obr. 11). Před operací byla těmto pacientům aplikována ESWT. Kontrolní soubor tvořili nemocní bez předchozí terapie ESWT.

4.3 Biologické účinky ESWT

- hojení vazivové tkáně

Bylo prokázáno, že nízkenergetická ESWT působí nárůst vaskularizace a hojení při experimentálním poškoze-

ní /aplikace kolagenázy typu I/ úponu Achillovy šlachy (27). Po aplikaci ESWT o energii 0,16 mJ/mm² o frekvenci 1 Hz do oblasti léze došlo ke krátkodobému nárůstu exprese proliferativních faktorů TGF-beta1 a IGF-I. Mikroskopicky byla zaznamenána výraznější mitotická aktivita tenocytů v odstupu po aplikaci. Autoři rovněž studovali závislost mechanických vlastností šlachy a aktivitu exprese výše uvedených růstových faktorů na počtu impulzů RV. Bylo překvapivým zjištěním, že při aplikaci RV v oblasti Achillovy šlachy s výše uvedenou energií vykazovala většina experimentálních zvířat optimální regeneraci vaziva při počtu 200 a 500 pulzů (3). Aplikace 1000 pulzů a více se jevila jako nepřínosná či dokonce kontraproduktivní, toto však u člověka potvrzeno nebylo.

4.4 Biologické účinky ESWT - analgezie

Murata (16) publikoval zajímavou studii, která prokázala vyřazení či specifický útlum aktivity nemyelinizovaných senzitivních nervových vláken při aplikaci ESWT na končetinu experimentálního zvířete. V buňkách zadních míšních rohů pozoroval dlouhotrvající nárůst koncentrace proteinu ATF3 /activation transcription factor 3/ a GAP43 /growth-associated phosphoprotein 43/. Nález vysvětluje jako iniciální poškození periferního nervového vlákna s následnou dlouhodobou desenzitizací.

Další práce (13, 15, 24) se zabývaly studiem uvolnění CGRP /calcitonine gene related protein/ z nemyelinizovaných vláken během aplikace ESWT s následným poklesem imunoreaktivních neuronů pro CGRP a substanci P v zadních míšních rozích. ***Dochází tak k modulaci vstupní informace pro bolest a dlouhotrvající analgezi.***

5. KONTRAINDIKACE

Absolutní:

- warfarinizace a vrozené či získané koagulopatie /hemofilie, von Willebrandova choroba, jaterní selhání s poruchou koagulace/,
- těhotenství (aplikace v oblasti břicha a beder),
- aplikace v oblasti růstových zón u dětí.

Relativní:

- antiagregační léčba /ASA/,
- kožní defekty (relativní, některé studie prokázaly zlepšení, např. trofické změny při diabetu),
- TBC,
- maligní nádorová onemocnění,
- horečka, příznaky akutního infektu,

- oblasti nad varikózně změněnými žilními pleteněmi,
- oblast nad průběhem nervu,
- lokální aplikace steroidů 6 týdnů před aplikací RV,
- aplikace v oblasti vzdušných tkání (plíce, sinusy).

6. NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY LÉČBY

6.1 Vzácné nežádoucí účinky léčby

V samotných počátcích využití RV k léčbě pohybového ústrojí docházelo k závažným, mnohdy život ohrožujícím komplikacím (pneumothorax, barotrauma plic či krvácení do pleurální dutiny). Důvodem byla vysoká energie aplikace (nad 0,6 mJ/mm²), nesprávně nastavená vzdálenost ohniska v těle pacienta, nevhodný směr aplikace a použití generátorů vykazujících nadměrnou kavitaci.

6.2 Méně časté nežádoucí účinky léčby

Spontánní ruptury šlach byly v literatuře rovněž opakovaně zmíněny, většinou k nim došlo po předchozí aplikaci steroidů či při použití nadměrné energie. Poškození šlachy, peritendonitida či fibrinoidní nekróza úponu nebyly při EFD=0.6 mJ/mm² a nižší experimentálně prokázány.

Přesto u aplikace v oblasti Achillovy šlachy volíme energii pulzu max. 0,36 mJ/mm² (14).

6.3 Časté nežádoucí účinky léčby

Častými NÚ léčby jsou petechie a hematomy v místě aplikace, někdy /např. v případě chronické plantární fasciitidy/ i zhoršení edému. Tyto komplikace jsou mírné, přechodné a přímo úměrné aplikované energii. Relativně často dochází během aplikace ke zhoršení lokální bolesti, na kterou je vhodné pacienta připravit. Compliance pacienta můžeme zlepšit užitím nízké energie /0,1-0,15 mJ/mm²/ s postupným navýšením dávky v průběhu prvního sezení. Aplikace lokálních anestetik v místě zákroku se vzhledem k prokázanému útlumu terapeutické odezvy nepoužívá (20), při nadměrně bolestivé aplikaci pak volíme výhradně anestezii svodnou.

7. EFEKTIVITA ESWT U JEDNOTLIVÝCH ONEMOCNĚNÍ POHYBOVÉHO ÚSTROJÍ - EVIDENCE BASED MEDICINE

7.1 Plantární fasciitida /PF/ a symptomatická patní ostruha

Je nejčastější příčinou bolesti paty u dospělých, příčinou je přetěžování plantární aponeurózy, po-

nejvíce její proximální části. Častá je asociace s RTG nálezem kalcifikace v prox. úponu plantární fascie - patní ostruhy (u více než 1/3 pacientů). Prevalence tohoto onemocnění v populaci je vysoká, epidemiologické studie z USA hovoří až o 4 % populace středního věku trpící tímto onemocněním.

V současné anglofonní literatuře se dává přednost pojmu plantární fasciíza či fasciopatie, který lépe vyjadřuje multifaktoriální původ nemoci. Zprvu předpokládán zánětlivý původ nemoci byl opuštěn, autoři se nyní spíše kloní k nezářlivé, degenerativní etiologii (11). Typickým projevem je postupný vznik bolesti paty v plantární oblasti, která se zhoršuje během prvních kroků po ránu /startovací bolest/, nebo při vstávání po delší době sezení. Bolestivost v oblasti mediální strany tuberositas calcanei je obvykle přítomna a zvyšuje se při natažení plantární fascie pasivní dorziflexí prstů nohou. U chronické PF je častým nálezem otok v úponu i v přilehlých měkkých tkáních. Velkým problémem PF je její častá rezistence k většině konzervativních postupů /extenční ortézy, cvičení, terapeutický ultrazvuk, obstríky kortikosteroidy/. Kontroverzní jsou výsledky operačních postupů, většinou jsou doporučovány šlachy



Obr. 12. Doporučená aplikace ESWT u plantární fasciitidy. (Převzato z Rompe et al., 2005.)

šetřící postupy vzhledem k zachování biomechaniky nožní klenby (4).

První výsledky studií ESWT byly u PF rovněž kontroverzní, jak popisuje Rompe (22), zejména pro nevhodný výběr pacientů či metodiky, nejasněné aplikační postupy a nedostatečný follow-up (2). Negativní hodnocení ESWT bylo v nedávných randomizovaných, placebem kontrolovaných studiích opakovaně vyvráceno.

V současnosti je ESWT doporučena alespoň po 3 měsících trvání obtíží a jasných klinických známkách PF s přítomností charakteristických změn při ultrazvukovém vyšetření plantární fascie – ztluštění fascie, edém, kalcifikace úponu (22).

U PF jsou doporučovány 2 postupy:

- a) fokusovaná vysokoenergetická jednorázová aplikace** ve svodné anestezii pod sonograf. kontrolou (EFD = 0,36 mJ/mm², 3800 pulzů), benefit u 50 % pacientů,
- b) nízkoenergetická aplikace** ve 3-6 sezeních, do proximální části plantární fascie z mediální části paty, 1500-2000 pulzů, energie do 0,08-0,16 mJ/mm², klinický benefit u cca 60 % (obr. 12).

7.2. ESWT u entezopatií lokte

Zahrnují častější radiální a méně častou ulnární epikondylitidu. V případě radiální epikondylitidy se jedná o postižení proximálního úponu extenzorů zápěstí z přetížení či opakované mikrotraumatizace. Prevalence v ČR se udává kolem 2 %. Analýza dat randomizovaných a placebem kontrolovaných klinických studií účinnosti ESWT u radiální epikondylopatie (tab. 1) považuje ESWT za efektivní při dodržení následujících předpokladů (23):

- 1. Terapie bude aplikována u pacientů s trváním obtíží více než 3 měsíce.**
- 2. Opakovaná aplikace o nízké energii (0,10-0,12 mJ/mm²) v 3-6týdenních intervalech o 1000 pulzech do oblastí radiálního epikondylu.**
- 3. Bez užití lokální anestezie.**
- 4. Zhodnocení efektu terapie po min. 12 týdnech od poslední aplikace vzhledem k navození biologických účinků léčby.**

S ohledem na naši klinickou zkušenost ještě doplňujeme nutnost pravidelného /alespoň 2x denně/ stretchingu extenzorů předloktí zejména technikami PIR a jeho provedení vždy před a po aplikaci ESWT.

U ulnárních epikondylitid je použití ESWT experimentální. Pokud se přesto rozhodneme

Tab. 1. Přehled studií efektivity ESWT u radiální epikondylopatie a jejich efektivita. (Převzato z Rompe et al.)

Reference	Quality score ² (%)	Subgroup	Number of patients	Method of treatment	Primary outcome measure	Follow-up	Success rates	Effect of SWT?
Rompe et al. ⁴⁵	54	No LA; chronic patients	100	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus low-number SWT, period between applications: 1 week	Number of patients with Roles and Maudsley score 1 or 2, of 4	6 months	SWT: 48% Sham: 6%	Positive SWT was more effective than sham therapy at the end of treatment and at the follow-ups
Rompe et al. ⁴⁴	74	No LA; chronic patients	78	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus Sham, period between applications: 1 week	Number of patients with pain reduction on VAS by 50%	3 months	SWT: 65% Sham: 28%	Positive SWT was more effective than sham therapy at the end of treatment and at the follow-ups
Pettrone and McCall ⁴²	75	No LA; chronic patients	114	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus Sham, period between applications: 1 week	Number of patients with pain reduction on VAS by 50%	3 months	SWT: 61% Sham: 29%	Positive SWT was more effective than sham therapy at the end of treatment and at the follow-ups
Spacca et al. ⁴⁶	70	No LA; chronic patients	62	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus Sham, period between applications: 1 week	Pain reduction on VAS (0–10)	6 months	SWT: 4.0% Sham: –1.5%	Positive SWT was more effective than sham therapy at the end of treatment and at the follow-ups
Crowther et al. ⁴⁷	51	No LA; chronic patients	93	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus corticosteroids, period between applications: 1 week. Analysis not on-intention-to-treat	Number of patients with pain reduction on VAS by 50%	3 months	SWT: 60% Steroids: 84%	Positive Steroids were more effective than SWT at the end of treatment and at the follow-ups
Melkian et al. ⁴¹	57	No LA; chronic patients	74	Repetitive (3 ×) SWT versus sham, variable energy per shock applied, period between applications unknown	Number of patients with surgery required	3 months	SWT: 46% Sham: 43%	None No difference at the end of treatment and at the follow-ups
Speed et al. ⁴⁸	51	No LA; chronic patients	75	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus sham, period between applications: 4 weeks	Number of patients with pain reduction on VAS by 50%	1 month	SWT: 35% Sham: 34%	None No difference at the end of treatment and at the follow-ups
Meher et al. ⁴⁹	47	No LA; sub-chronic patients	41	Repetitive (3 ×) low-energy lateral SWT technique versus repetitive (3 ×) low-energy back SWT technique, period between applications: 1 week. No sham group	Pain reduction on VAS (0–10)	6 months	SWT: 4.8% Sham: 4.8%	Positive No differences between the two techniques at the end of the treatment and at the follow-up
Chang and Wiley ²⁹	72	No LA; acute patients	60	Repetitive (3 ×) SWT versus sham, variable energy per shock applied, period between applications: 1 week	Number of patients with pain reduction on VAS by 50	1 and 3 months	SWT: 38% Sham: 31%	None No difference at the end of the treatment and at the follow-ups
Haake et al. ³¹	75	LA; chronic patients	271	Repetitive (3 ×) low-energy SWT versus sham, period between applications: 1 week	Number of patients with roles and Maudsley score 1 or 2, of 4	3 months	SWT: 32% Sham: 33%	None No difference at the end of treatment and at the follow-ups

v oblasti ulnárního epikondylu rázovou vlnu aplikovat, vždy odkláníme aplikátor ESWT od oblasti sulcus nervi ulnaris s ohledem na průběh nervu.

7.3 ESWT v léčbě tendinopatií ramene

Kalcifikující tendinitis rotátorové manžety je akutní zánětlivou reakcí vyvolanou intratendinózní precipitací krystalického kalciumhydroxyapatitu. Ve šlaše manžety (většinou m. supraspinatus) se vytváří depozitum anorganických krystalů neobsahující buňky ani organické tkáňové komponenty (12). V klasickém klinickém obrazu dominuje prudký nástup zchvacujících bolestí, často nereagujících na běžná analgetika, s postupným omezením aktivní i pasivní hybnosti v ramenním kloubu a RTG nálezem kalcifikace v úponu rotátorové manžety.

Kromě operačního odstranění kalcifikace a nedlingu lze použít ESWT jako zajímavou alternativu léčby. Studií efektivity této metody se zabý-

vala metodicky velmi precizní práce německého týmu pod vedením L. Gardesmeyera (8), jeho rozsáhlý soubor čítal 144 pacientů.

Autoři sledovali změny VAS, Constant and Murley Scale a RTG nálezy během terapie, v 6 a 12měsíčním odstupu od poslední aplikace. Signifikantní zlepšení nálezu bylo prokázáno při aplikaci ESWT o nízké (0,08 mJ/mm², 6000 pulzů) i vysoké energii (0,32 mJ, 1500 pulzů) v porovnání s kontrolním souborem. K resorpci kalcifikací v RTG nálezů došlo po 12 měsících u 31, resp. 87 % pacientů.

7.4 ESWT u aseptických kostních nekróz

Jak již bylo uvedeno v části 3.2, ESWT bylo užito i při léčbě aseptických kostních nekróz (28). Předpokládá se proosteoblastický účinek a neovaskularizace s ohledem na in vitro prokázanou zvýšenou koncentraci markerů angiogeneze v místě kostní nekrózy. Vzhledem k možnému poškození

růstové zóny u dětí a vyšší energií aplikace, je ESWT vyhrazena pouze dospělým a adolescentům s dokončeným kostním růstem.

7.5 ESWT u chronické tendinopatie Achillovy šlachy

Rasmussen (18) sledoval v randomizované, placebem kontrolované studii, efekt aplikace SWT u 48 pacientů s chronickou >3 měsíce trvající tendinopatií Achillovy šlachy. Aplikovaná dávka radiální RV byla 0,12-0,15 mJ/mm², 2000 pulzů, 3 sezení.

Autor pozoroval změnu AOFAS /American Orthopaedic Foot and Ankle Society, Kitaoka/ skóre a VAS během terapie a v 6 a 12týdenním odstupu od poslední aplikace. Nárůst AOFAS skóre byl signifikantně vyšší u ESWT v porovnání s placebem po 6 i 12 týdnech. ESWT byla doporučena jen jako adjuvantní léčba chronické entezopatie Achillovy šlachy, s čímž se na základě vlastních klinických zkušeností plně ztotožňujeme.

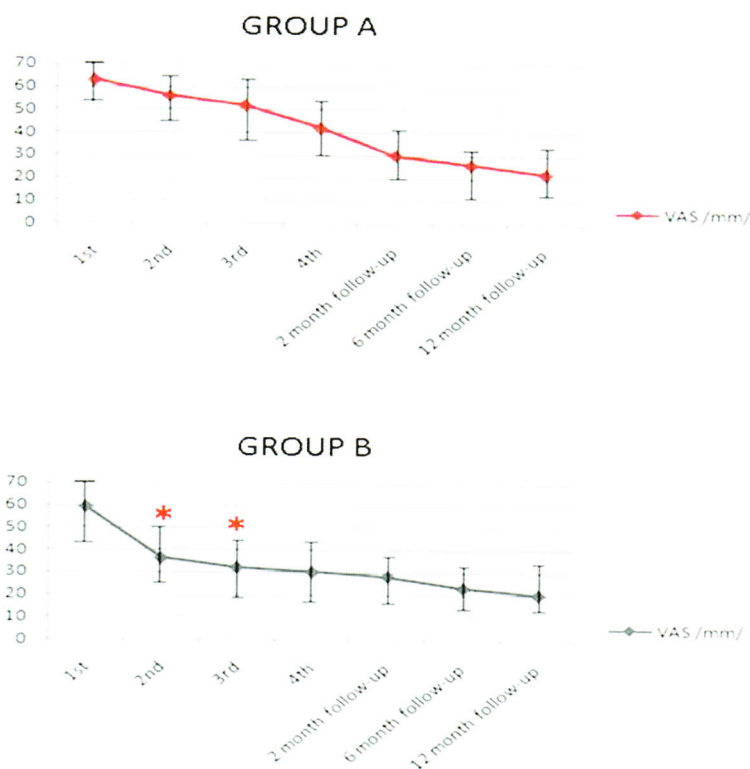
7.6 ESWT u patelární tendinopatie /skokanské koleno/

Wang (29) se zabýval efektivitou léčby rázovou vlnou u pacientů se skokanským kolenním. Sledoval zlepšení VISA /Victorian Institute of Sports Assessment/ skóre funkce kolenního kloubu a pokles VAS, výsledky navíc koreloval s dynamikou sonografického nálezu /síla lig. patellae, přítomnost edematózních změn, homogenita vazivových struktur/. Použil jednorázovou aplikaci fokusované ESWT s energií 0,18 mJ/mm² a 1500 impulzů.

Statisticky významný rozdíl mezi ESWT skupinou a placebem byl pozorován u VISA skóre /p<0,001/, VAS i v ultrasonografickém nálezu.

7.7. Ostatní poruchy pohybového ústrojí

V literatuře existuje rovněž řada prací, které se zabývají alternativním použitím ESWT u řady dalších onemocnění pohybového aparátu. Aplikace u trigger pointů, zkrácených svalů, artrózy, přenesené bolesti apod. je povětšinou experimentální a není prozatím podložena dostatečnými důkazy. I když u řady pacientů dochází k dobré terapeutické odezvě, je nutné se vyvarovat paušálního a neindikovanému užití ESWT, které je možným důvodem jejího stále rozporuplného přijetí v odborných kruzích.



Obr. 13. Porovnání poklesu VAS /mm/ u skupiny pacientů léčených pouze ESWT /group A/ a skupiny ESWT s následnou aplikací GaAlAs laseru /group B/ u pacientů s chronickou plantární fasciitidou. Hvězdičky označují signifikantní rozdíl v poklesu VAS během 2. a 3. fáze terapie ve prospěch ESWT+laser (17). (Převzato z Nedélka a spol., 2009.)

7.8. Kombinace ESWT s dalšími léčebnými postupy

Infiltrace lokálními anestetiky, jak již bylo uvedeno výše, nepřináší benefit k léčbě ESWT (22). Při horší toleranci ze strany pacienta či při intenzivní bolestivosti během aplikace u senzitivních jedinců je vhodné provádět aplikaci ESWT ve svodné anestezii. Lokální aplikaci chladu /kelen, kryopack/ bezprostředně po terapii užíváme jen výjimečně, měla by být co nejkratší. Při aplikaci do oblasti úponů /např. u plantární fasciitidy či entezopatií lokte/ je vhodné provést strečink zkrácených úponů před vlastní aplikací SWT. V případě otoků je možné postterapeutické zklidnění oblasti laserem. Autor článku prezentoval na výročním zasedání ISMST v dubnu 2009 v italském Sorrentu své zkušenosti s konkomitantní aplikací ESWT a GaAlAs laseru /400mW, 20j/cm²/ u 96 pacientů s chronickou plantární fasciitidou (17). V porovnání s pacienty léčenými pouze ESWT došlo ke strmějšímu poklesu VAS a lepší toleranci metody během I-III. sezení. I když se z dlouhodobého hlediska výsledky obou skupin signifikantně nelišily (obr. 13), může aplikace GaAlAs laseru, zejména pokud je přítomen otok pod-

koží, vést k lepší compliance i toleranci metody v iniciálních stádiích léčby.

8. ZÁSADY LÉČBY

Terapii provádíme po očištění místa aplikace antiseptikem. Depilaci není nutno provádět. Jak je patrné z obr. 12, hlavice aplikátoru je v kontaktu s povrchem těla pacienta. Před vlastní aplikací zlepšujeme přenos mechanického vlnění nanesením dostatečné /cca 0,5 cm silné/ vrstvy sonografického gelu. Důležité je napolohování končetin, musí být pacientovi pohodlné a v místě aplikace by neměl být zvýšen svalový tonus. Esenciální je i správné zacílení aplikátoru. Postačí těsný kontakt aplikátoru s kůží, nadměrný tlak není žádoucí.

V klinické praxi je v případě použití fokusovaných generátorů RV upřednostněno zaměření pomocí zobrazovací metody, zejména ultrazvuku /image guided focusing/. V případě rSWT, která nevyužívá vzdáleného ohniska, provedeme zacílení aplikátoru do nejvíce bolestivé zóny s přihlédnutím k anatomickým poměrům /clinical focusing/.

9. ZÁVĚR

ESWT, i přes řadu kontroverzí, které její uvedení do klinické praxe provázely, představuje významnou alternativu v léčbě celé řady onemocnění pohybového ústrojí. Nezastupitelná je její úloha při konzervativní léčbě chronických entezopatií, kde je její efekt jednoznačně prokázán. Ambicí našeho sdělení je přiblížení této metody odborné veřejnosti a kritické zhodnocení léčby rázovou vlnou s ohledem na úroveň současných znalostí, výsledky klinických studií a doporučené terapeutické postupy.

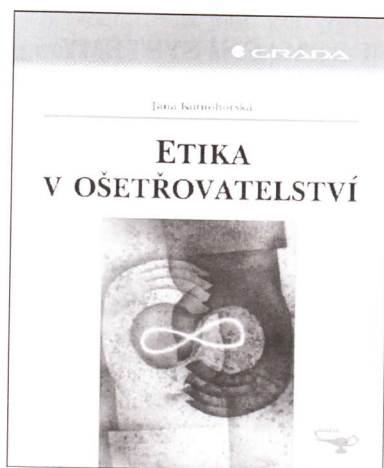
Projekt je podpořen výzkumným záměrem MSM6840770012 a VZ00064203/6506.

LITERATURA

1. BENEŠ, J.: Biologické účinky rázové vlny a biliární litotrypse. Dizertační práce. 2008.
2. BUCHBINDER, R., PTASZNIK, R., GORDON, J. et al.: Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. JAMA, 288, 2002, s. 1364-1372.
3. CHEN, Y. J., WANG, C. J., YANG, K. D. et al.: Extracorporeal shock waves promote healing of collagenase-induced Achilles tendinitis and increase TGF-beta1 and IGF-I expression. J. Orthop. Res., 22, 2004, s. 854-861.
4. CHEUNG, J. T., AN, K. N., ZHANG, M.: Consequences of partial and total planta fascia release: a finite element study. Foot Ankle Int., 27, 2006, s. 125-132.
5. COLEMAN, A., SAUNDERS, J. E., CRUM, L. A., DYSON, M.: Acoustic cavitation generated by an extracorporeal lithotriper. Ultrasound Med. Biol., 13, 1987, s. 69-76.
6. COSENTINO, R., DE STEFANO, R., SEL, V. I. E., FRATI, E., MANCA, S., FREDIANI, B.: Marcolongo Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder: single blind study. R. Ann. Rheum. Dis., 62, 2003, 3, s. 248-250.
7. FOLBERTH, W., KÖHLER, G., ROHWEDDER, A., MATURA, E.: Pressure distribution and energy flow in the focal region of two different electromagnetic shock wave sources. J. Stone Disease, 1992, 4, s. 1-5.
8. GERDESMEYER, L., WAGENPFEL, S., HAAKE, M.: Randomized controlled trial of chronic calcifying tendinitis of the rotator cuff: A randomized controlled trial. JAMA, 290, 2003, 19, s. 2573-2580.
9. GILBERT, D. M.: A comparative review of extracorporeal shock wave generation. BJU International, 90, 2002, s. 507-511.
10. HEPP, W., GRÜNEWALD, M., BRENDEL, W.: Die extrakorporale Stosswellenlithotripsie. Spektrum der Wissenschaft, 44, 1991, s. 44-48.
11. LEMONT, H., AMMIRATI, K. M., USEN, N.: Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. J. Am. Med. Assoc., 93, 2003, s. 234-237.
12. LUBOJACK, J.: Calcareous tendinitis of the shoulder. Treatment by needling. Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologicae Čechosl., 76, 2009, s. 225-231.
13. MAIER, M., AVERBECK, B., MILZ, S. et al.: Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. Clin. Orthop. Relab. Res., 2003, (406), s. 237-245.
14. MAIER, M., SAISU, T., BECKMANN, J. et al.: Impaired tensile strength after shock-wave application in an animal model of tendon calcification. Ultrasound Med. Biol., 27, 2001, s. 665-671.
15. MAIER, M.: Selective loss of unmyelinated and small myelinated fibres within the femoral nerve and reduction in substance P production in dorsal root ganglia L5 to L7 following high-energy extracorporeal shock wave application to the ventral side of the distal femur of rabbits. DIGEST Award, Baden-Baden, 2004.
16. MURATA, R., OHTORI, S., OCHIAI, N., TAKAHASHI, N., SAISU, T., MORIY, A. H, TAKAHASHI, K., WADA, Y.: Extracorporeal shockwaves induce the expression of ATF3 and GAP-43 in rat dorsal root ganglion neurons. Auton. Neurosci., 128, 2006, 1-2, s. 96-100.
17. NEDĚLKA, T., BARTÁK, V., OHSHIRO, T.: ESWT versus ESWT combined with infrared low level laser therapy (LLLT) in treatment of chronic plantar fasciitis. Proceedings of International Society for Medical Shockwave Treatment, 2009, s. 14-15.
18. RASMUSSEN, S., CHRISTENSEN, M., MATHIESEN, I., SIMONSON, O.: Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy: A double-blind, randomized clinical trial of efficacy. Acta Orthopaedica, 79, 2008, s. 249-256.
19. ROMPE, J. D., SCHOELLNER, C., NAFE, B.: Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. J. Bone Joint Surg., 84, 2002, s. 335-341.
20. ROMPE, J. D., MEURER, A., NAFE, B. et al.: Repetitive low-energy shock wave application without local anesthesia is more efficient than repetitive low-energy shock wave

- application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J. Orthop. Res.*, 23, 2005, s. 931-941.
21. ROMPE, J. D., SCHOELLNER, C., NAFE, B.: Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. *J. Bone Joint Surg.*, 84-A, 2002, s. 335-341.
 22. ROMPE, J. D., MEURER, A., NAFE, B., HOFMANN, A., GERDESMEYER, L.: Repetitive low-energy shock wave application without local anesthesia is more effective than repetitive low-energy shock wave application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J. Orthop. Res.*, 23, 2005, s. 931-941.
 23. ROMPE, J. D., MAFULLI, N.: Repetitive shock wave therapy for lateral elbow tendinopathy (tennis elbow): a systematic and qualitative analysis. *British Medical Bulletin*, 83, 2007, s. 355-378.
 24. TAKAHASHI, N., WADA, Y., OHTORI, S. et al.: Application of shock waves to rat skin decreases calcitonin gene-related peptide immunoreactivity in dorsal root ganglion neurons. *Auton Neurosci*, 107, 2003, s. 81-84.
 25. VALCHANOV, V., MICHAILOW, P.: High energy shock waves in the treatment of delayed and non-union fractures. *Int. Orthopaed.*, 15, 1991, s. 181-185.
 26. WANG, C. J., WANG, F. S., KO, J. Y., HUANG, H. Y., CHEN, C. J., SUN, Y. C., YANG, Y. J.: Extracorporeal shockwave therapy shows regeneration in hip necrosis. *Rheumatology*, 47, 2008, s. 542-546.
 27. WANG, C. J., WANG, F. S., YANG, K. D. et al.: Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. *J. Orthop. Res.*, 21, 2003, s. 984-989.
 28. WANG, C. J., WANG, F. S., HUANG, C. C., YANG, K. D., WENG, L. H., HUANG, H. Y.: Treatment of osteonecrosis of the femoral head – comparison of extracorporeal shockwave and core decompression and bone grafting. *J. Bone Joint Surg.*, 87-A, 2005, s. 2380-2387.
 29. WANG, C. J., KO, J. Y., CHAN, Y. S., WENG, L. H.: Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. *Am. J. Sports Med.*, 35, 2007, s. 972-978.
 30. WESS, O., UEBERLE, F., DURHBEN, R. N. et al.: Working group technical developments: consensus report in high energy shock waves in medicine. In: Chaussy, C., Eisenberger, F., Jocham, D., Gilbert, D.: High energy shock waves in medicine. Thieme Stuttgart, 1997.

MUDr. Tomáš Nedělka
Neurologická klinika dospělých
FN Motol
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
e-mail: tnedelka@post.cz



ETIKA V OŠETŘOVATELSTVÍ

Jana Kutnohorská

V současné době jediná učebnice etiky, která je svým zaměřením určena pouze studentům ošetrovatelství a zdravotním sestřám. Etika zdravotní sestry má řadu odlišností od etiky lékaře, které vyplývají z jejího poslání, kompetencí a měnícího se postavení ve zdravotnickém týmu. Po prostudování knihy se sestry budou lépe orientovat v problematice ošetrovatelské etiky, budou umět pojmenovat etická dilemata, argumentovat o nich a hledat možná východiska. Kniha jim poskytne vodítko k rozhodování a správnému jednání v nesnadných situacích. Autorka přednáší etiku pro zdravotní sestry na Ústavu ošetrovatelství a porodní asistence LF UP

v Olomouci a na Ústavu sociálního lékařství, odd. ošetrovatelství, LF UK v Hradci Králové. Na specifická témata etiky v ošetrovatelství vystoupila na řadě konferenci v ČR i v zahraničí.

Vydalo nakladatelství Grada v roce 2007, formát A5, brožovaná vazba, 164 stran, cena 189 Kč, 269 Sk, ISBN 978-80-247-2069-2, kat. číslo 1865.

Objednávky můžete posílat na adresu: Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz. Na objednávce laskavě uveďte i jméno časopisu, v němž jste se o knize dozvěděli.