

Učinkovitost terapevtskega ultrazvokapri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete – pregled literature

Effectiveness of therapeutic ultrasound for treatment of rotator cuff tendinopathies – literature review

Špela Kralj¹, Daša Weber¹, Alan Kacin¹

IZVLEČEK

Uvod: V rehabilitacijo tendinopatije rotatorne manšete se večinoma vključujeta vadba in terapevtski ultrazvok. Povezava med in vitro dokazanimi učinki ultrazvoka na pospešeno celjenje tkiva in resničnim terapevtskim učinkom pri različnih patologijah mišično-skeletnega sistema pri ljudeh še ni jasna. Namen članka je bil na podlagi pregleda literature analizirati dokaze o učinkovitosti ultrazvoka pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete. **Metode:** Iskanje literature je potekalo prek podatkovnih zbirkah PubMed, Cochrane Library, PEDro, CINAHL in Science Direct. Vključeni članki so bili objavljeni med letoma 2005 in 2015. **Rezultati:** V pregled je bilo vključenih deset raziskav, od katerih so v treh primerjali učinkovitost ultrazvoka z njegovo navidezno (placebo) aplikacijo ali terapijo brez ultrazvoka, v treh raziskavah so primerjali ultrazvok in laser, v štirih raziskavah pa so primerjali ultrazvok z drugimi vrstami terapije. **Zaključki:** Razpoložljivost kakovostnih raziskav je omejena, njihova primerjava pa je bila zaradi heterogenosti parametrov in merilnih orodij ter različnih vrst terapije otežena. Na podlagi pregledanih raziskav ni mogoče podati zanesljivega sklepa glede učinkovitosti terapevtskega ultrazvoka na tendinopatijo rotatorne manšete. V prihodnjih raziskavah bi morali terapevtski ultrazvok hkrati primerjati z navidezno terapijo z ultrazvokom in dobro nadzorovano obravnavo brez ultrazvoka.

Ključne besede: terapevtski ultrazvok, tendinopatija, rotatorna manšeta, učinkovitost, zdravljenje.

ABSTRACT

Introduction: In most cases, physiotherapy of rotator cuff tendinopathy includes exercises and application of therapeutic ultrasound. However, stimulating effects of ultrasound on tissue healing demonstrated in-vitro have not been clearly confirmed in humans with various pathologies of musculoskeletal system. The aim of this literature review is to analyse available evidence of ultrasound effectiveness in treatment of rotator cuff tendinopathy. **Methods:** Database search was performed with PubMed, Cochrane Library, PEDro, CINAHL and Science Direct. The included articles were published between 2005 and 2015. **Results:** Ten studies met the criteria, three of which compared effects of ultrasound with sham application or control group, three studies compared ultrasound with laser and four studies compared ultrasound with other therapeutic modalities. **Conclusions:** The availability of high-quality research is limited. Synthesis of the results was hindered by heterogeneity of ultrasound parameters and measurement protocols, as well as therapeutic modalities, used for comparison. A reliable conclusion on the efficiency of ultrasound in treating rotator cuff tendinopathy cannot be drawn based on available data. Future studies must focus on comparison of ultrasound with its sham application and well controlled treatment protocol without ultrasound.

Key words: therapeutic ultrasound, tendinopathy, rotator cuff, treatment efficacy.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: doc. dr. Alan Kacin, dipl. fiziot.; e-pošta: alan.kacin@zf.uni-lj.si

Prispelo: 25.3.2016

Sprejeto: 20.4.2016

UVOD

Tendinopatija je generičen opis patoloških kliničnih stanj v tetivah in njihovi okolici (1). Je tudi priljubljena klinična diagnoza brez natančnega histopatološkega vzroka, zato sta bolj ustrezna podrobna diagnostična izraza tendinitis ali tendinoza, ki opisujeta natančen histopatološki vzrok. Pri tendinitisu gre za vnetje in s tem prisotnost vnetnih celic v obolelem tkivu. V nasprotju pa je tendinoza opredeljena z neuspešnim odzivom tkiva na celjenje in z odsotnostjo vnetja (2). Histološke študije na kirurških vzorcih pacientov s tendinozo dosledno kažejo na odsotnost vnetja ali njegovo minimalno prisotnost. Na splošno kažejo tudi znake hipercelularnosti, izgube tesno povezanih snopov kolagena, povečane vsebnosti proteoglikanov in pogosto tudi neovaskularizacije. To je bilo označeno kot neuspešni odziv tkiva na celjenje. Vnetje naj bi torej igralo vlogo samo na začetku bolezni, ne pa tudi pri napredovanju in razvoju bolezenskega procesa. Pretirano ali nepravilno obremenjevanje mišično-tetivne enote naj bi bilo osrednjega pomena za proces bolezni, čeprav natančen mehanizem, ki do tega vodi, še vedno ostaja neznan (3).

Tendinopatija rotatorne manšete je širok pojem, ki vključuje različne med seboj povezane diagnoze, kot so subakromialni utesnitveni sindrom, tendinitis, tendinoza ali delna ruptura rotatorne manšete, tendinitis ali tendinoza dolge glave bicepsa in subdeltoidni bursitis (4). V pojem niso vključene diagnoze kapsulitisa in popolnih ruptur tetiv (5). Pri zdravljenju tendinopatij je fizioterapija pogosto prva izbira (6). Večinoma se v fizioterapevtsko obravnavo vključujeta vadba in terapevtski ultrazvok, ki je najpogosteje apliciran s frekvenco 1–3 MHz in intenziteto 0,1–3,0 W/cm² (7).

Terapevtski ultrazvok

Terapevtski ultrazvok se v klinični praksi široko uporablja (8). Podatki nakazujejo, da ga vsak dan uporablja več kot 80 odstotkov fizioterapevtov (9). Globina, ki jo ultrazvok doseže, je odvisna od debeline tkiva in uporabljene frekvence. Pri višji frekvenci (3 MHz) se večina energije absorbira v bolj površinsko ležečih tkivih (1–2 cm). Pri nižjih frekvencah (1 MHz) je slabljenja v površinskih strukturah manj, kar omogoča večjo absorpcijo energije v globlje ležečih tkivih (4–6 cm) (10, 11).

Intenziteta za kontinuirano obliko ultrazvoka se giblje od 0,1 do 0,5 W/cm², za intermitentno oziroma pulzno obliko pa od 0,4 do 1,5 W/cm². Za zdravljenje akutnih bolezenskih stanj se uporabljajo nižje jakosti, za kronično obliko bolezenskih stanj pa višje jakosti. Povprečen čas terapije je 5 minut, najkrajši je od 1 do 2 minuti, najdaljši pa od 10 do 15 minut (11, 12).

Biofizikalni učinki ultrazvoka

Ultrazvok ima številne biofizikalne učinke, ki jih lahko klasificiramo kot termične in netermične. Tradicionalno so bili obravnavani ločeno, čeprav se do neke mere pri vseh aplikacijah ultrazvoka pojavijo tako termični kot netermični učinki (10, 13). Intenzivnost posameznega učinka je odvisna od jakosti in trajanja delovanja terapevtskega ultrazvoka (11). Na splošno se kontinuirana oblika ultrazvoka uporablja za doseg termičnih učinkov, pulzna ali intermitentna pa za doseg netermičnih učinkov (13). S pravilno izbiro terapevtskih parametrov lahko torej posamezen učinek bolj poudarimo, ne moremo pa ga izničiti, saj drug drugega pogojujeta (11). Termični učinki ultrazvoka se pogosto uporabljajo pri zdravljenju kroničnih zvinov in izpahov ter lajšanju bolečin, netermični učinki pa pri stimulaciji regeneracije tkiva, sintezi proteinov in fibroblastov ter celjenju tetiv (1). Ultrazvočna energija deluje kot prožilec procesa, povečana celična aktivnost pa je odgovorna za terapevtske koristi te modalitete (14, 15).

Osnove celjenja mehkih tkiv z ultrazvokom

V preteklosti so bile opravljene številne celične raziskave in raziskave na živalih o zdravilnem učinku terapevtskega ultrazvoka (9). Opažena so bila povečanja v koncentraciji kalcija, sproščanju histamina iz mastocitov in rastnih faktorjev iz makrofagov, v aktivnosti lizosomov, mobilnosti in proliferaciji fibroblastov ter sintezi proteinov v tkivu (16). Med procesom celjenja se učinek ultrazvoka spreminja glede na dogodke, ki se v tkivu pojavljajo (17). Splošen učinek ultrazvoka sta tako predvsem optimizacija in spodbujanje vnetja. Optimalen vnetni odziv je bistven pri učinkovitem celjenju tkiva. Inhibicija vnetja namreč vodi v inhibicijo vseh nadaljnjih faz celjenja. Terapevtski ultrazvok tako spodbuja celotno kaskado procesa celjenja (15) in optimizira

učinkovitost posameznih faz, s čimer procesa ne spreminja. Dokazano je, da pulzirajoči ultrazvok nizke intenzitete poveča sintezo proteinov ter izboljša fibroplazijo in sintezo kolagena (15, 18). Kot kaže, terapevtski ultrazvok spodbuja pravilno orientacijo na novo formiranih kolagenskih vlaken in vpliva na spremembo njihovega profila iz tipa III k bolj dominantni konstrukciji tipa I, s čimer se poveča natezna trdnost in izboljša mobilnost brazgotine (15, 16).

Povezava med terapevtskim ultrazvokom in biološkim odgovorom, povezanim s stimulacijo celjenja tkiva *in vivo*, še ni povsem pojasnjena (19). Namen pregleda literature je bil analizirati dokaze o učinkovitosti terapevtskega ultrazvoka pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete.

METODE

V pregled literature smo vključili članke v slovenskem in angleškem jeziku, ki so bili izdani od leta 2005 do 2015 in so bili polno dostopni. Iskanje literature je potekalo prek podatkovnih zbirk PubMed, Cochrane Library, PEDro, CINAHL in Science Direct. Iskanje knjižnega gradiva je potekalo v knjižnici Zdravstvene fakultete v Ljubljani in Goriški knjižnici Franceta Bevka. Ključne besede, uporabljene za iskanje literature, so bile ultrazvok, terapevtski ultrazvok, tendinopatija/-je, tendinitis, tendinoza, rotatorna manšeta, utesnitveni sindrom, rama, fizioterapija, bolečina in njihovi angleški prevodi. Po vključitvenih merilih so morali biti preiskovanci polnoletni in so morali imeti diagnozo tendinopatija rotatorne manšete. Predmet raziskave je morala biti učinkovitost ultrazvočne terapije, bodisi kot samostojne metode ali v primerjavi z navidezno uporabo ultrazvoka (placebo) ali z drugimi vrstami fizioterapije. Izključili smo raziskave, v katerih so bili vključeni preiskovanci z diagnozo popolne rupture rotatorne manšete in kalcificirajočega tendinitisa, raziskave, v katerih skupine niso bile ustrezno randomizirane in kontrolirane, ter raziskave, ki so bile izvedene na živalih.

REZULTATI

Po zgoraj navedenih ključnih besedah smo v začetnem iskanju po bazah podatkov našli 181 zadetkov, povezanih s terapevtskim ultrazvokom in

tendinopatijami rotatorne manšete, ki smo jih vključili v nadaljnji postopek izbora literature. V pregled literature je bilo glede na vključitvena in izključitvena merila vključenih deset raziskav od trinajstih. Tri članke smo iz pregleda izključili, in sicer: en članek je bilo poročilo o pilotni raziskavi, eden je bil sistematični pregled literature, ena raziskava pa je primarno preiskovala učinek laserja.

Merilom je ustrezalo deset raziskav, od katerih so v treh raziskavah primerjali učinkovitost terapevtskega ultrazvoka v primerjavi s placebom ali kontrolno skupino (20–22), v treh raziskavah so primerjali učinkovitost terapevtskega ultrazvoka ter laserja visoke in nizke intenzitete (23–25), v drugih raziskavah so med seboj primerjali učinkovitost terapevtskega ultrazvoka z drugimi terapevtskimi pristopi, kot so akupunktura, diatermija, iontoforeza in fonoforeza (26–28), le v eni raziskavi pa so primerjali dve različni dolžini trajanja terapevtskega ultrazvoka (29). Raziskovalne metode in najpomembnejši rezultati posameznih raziskav so prikazani v tabeli 1.

V posamezne raziskave je bilo vključenih od najmanj 26 (21), do največ 221 (20) preiskovancev, starih od 20 do 63 let. V štirih raziskavah od desetih je bilo število preiskovancev manjše od 40 (21–23, 27). Od celotnega skupnega števila preiskovancev predstavljajo posameznice ženskega spola 57 odstotkov. V osmih od desetih raziskav so bili vključeni preiskovanci z diagnozo subakromialnega utesnitvenega sindroma. Preiskovanci z diagnozo tendinopatije supraspinatusa so bili vključeni v eno raziskavo (27). V eno od desetih raziskav so bili vključeni preiskovanci z unilateralno bolečino v rami, ki se je poslabšala z gibanjem in je na podlagi izključitvenih meril ustrezala tendinopatiji (20). Trajanje simptomov pri preiskovancih je bilo od najmanj enega meseca do več kot 12 mesecev. V eni raziskavi ni bilo podatka o trajanju simptomov preiskovancev (21). Terapija s terapevtskim ultrazvokom je trajala od najmanj 14 do največ 36 dni. V povprečju so se avtorji odločali za 23 dni dolgo terapijo, ki je bila v povprečju izvajana štirikrat na teden. Najdaljše ocenjevalno obdobje je trajalo 12 mesecev, najkrajše pa 2 tedna. Podatek o tedenski frekvenci v eni raziskavi (20) ni bil

Tabela 1: Raziskovalne metode in najpomembnejši rezultati posameznih raziskav o učinkovitosti terapevtskega ultrazvoka pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete

Raziskava	Opis zdravljenja	Parametri ultrazvočne terapije	Merilna orodja	Glavni rezultati
Johansson et. al., 2005	Skupina 1: Vaje za doma + akupunktura Skupina 2: Vaje za doma + UZ	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 1 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 10 min	Skupni rezultat (CMS, UCLA in AL) (%)	Ni statistično pomembnih razlik med skupinama na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05)
Giombini et. al., 2006	Skupina 1: Diatermija Skupina 2: UZ Skupina 3: Vaje pod nadzorom (pendularne in raztezne)	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 2 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 15 min	VAL, CMS	Medskupinska primerjava VAS*: 1 vs. 2: p=0,045 1 vs. 3: p=0,04 2 vs. 3: p ≥ 0,05 Medskupinska primerjava CMS*: 1 vs. 2: p=0,04 1 vs. 3: p=0,03 2 vs. 3: p ≥ 0,05
Ainsworth et. al., 2007	Skupina 1: Mt + vaje + nasvet + placebo UZ Skupina 2: Mt + vaje + nasvet + UZ	Oblika: pulzirna (1:4) Intenziteta: 0,5 W/cm ² (povprečno) Frekvenca: 1 MHz (46 %) in 3 MHz (39 %) Čas: 4,5 min (povprečno)	VAL, SDQ-UK	Ni statistično pomembnih razlik med skupinama na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05)
Santamanto et. al., 2009	Skupina 1: HILT Skupina 2: UZ	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 2 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 10 min	VAL, CMS, SST	Medskupinska primerjava po 2 tednih: VAS: p = 0,02 CMS: p = 0,03 SST: p ≥ 0,05
Celik et. al., 2009	Skupina 1: Vaje + TENS + led + UZ Skupina 2: Vaje + TENS + led + placebo UZ	Oblika: pulzirna (1:2) Intenziteta: 1 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 4 min	CMS, VAL, OG	Ni statistično pomembnih razlik med skupinama na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05)
Calis et. al., 2011	Skupina 1: toplotni obkladek + vaje + UZ Skupina 2: toplotni obkladek + vaje + LLLT Skupina 3: toplotni obkladek + vaje	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 1,5 W/cm ² Frekvenca: 3 MHz Čas: 5 min	VAL, CMS	Ni statistično pomembnih razlik med skupinami na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05)
Praveena, 2013	Skupina 1: Mt + vaje Skupina 2: Mt + vaje + UZ	Oblika: pulzirna Intenziteta: 1 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 5 min	VAL, OG, SPADI	SPADI, OG → Ni statistično pomembnih razlik med skupinama na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05) VAS → p = 0,041 po 3 tednih, na vseh ostalih časovnih točkah ni bilo statistično pomembnih razlik (p ≥ 0,05)
Yildirim et. al., 2013	Skupina 1: Vaje + TENS + IR + UZ (4min) Skupina 2: Vaje + TENS + IR + UZ (8 min)	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 1,5 W/cm ² Frekvenca: NP Čas: 4 min in 8 min	VAL, UCLA, CMS	Medskupinska primerjava po 3 tednih: VAS: p < 0,05 CMS: p < 0,05 UCLA: p < 0,05
Yavuz et. al., 2014	Skupina 1: toplotni obkladek + vaje + LLLT Skupina 2: toplotni obkladek + vaje + UZ	Oblika: kontinuirana Intenziteta: 2 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 5 min	VAL, SPADI	Ni statistično pomembnih razlik med skupinama na vseh časovnih točkah (p ≥ 0,05)
Merino et. al., 2015	Skupina 1: Kt + vaje + UZ Skupina 2: Kt + vaje + fonoforeza (dexketoprofen – 50 mg) Skupina 3: Kt + vaje + iontoforeza (dexketoprofen - 50mg)	Oblika: pulzirna (1:9) Intenziteta: 2 W/cm ² Frekvenca: 1 MHz Čas: 5 min	VAL, CMS	Ni statistično pomembnih razlik med skupinami 1 mesec po zdravljenju (p ≥ 0,05)

*Legenda: UZ – ultrazvok, Mt – manualna terapija, HILT – visoko intenzivna laserska terapija (angl. high intensity laser therapy), TENS – transkutana električna živčna stimulacija (angl. transcutaneous electrical nerve stimulation), CMS – Constant-Murley ocenjevala lestvica rame (angl. Constant-Murley shoulder scoring scale), UCLA – Ocena Univerze Californija v Los Angelesu (angl. University of California at Los Angeles score), AL – Adolfssoon-Lysholmova ocena rame (angl. Adolfssoon-Lysholm shoulder score), SDQ-UK – Vprašalnik Združenega Kraljestva o zmanjšani zmožnosti rame (angl. United Kingdom shoulder disability questionnaire), VAL – vidna analogna lestvica, SST – preprosti test rame (angl. simple shoulder test), OG – obseg gibljivosti; *po 10 tednih, LLLT – nizko intenzivna laserska terapija (angl. low-level laser therapy), IR – infrardeča terapija (angl. infrared therapy), SPADI – indeks zmanjšane zmožnosti in bolečine v rami (angl. shoulder pain and disability index), NP – ni podatka.*

podan, terapija je bila aplicirana povprečno šestkrat v obdobju 5,2 tedna.

Terapevtski ultrazvok sta s placebom primerjali dve raziskavi (20, 22), samo ena raziskava pa ga je primerjala s kontrolno skupino (21). Pri vseh treh raziskavah avtorji niso opazili statistično pomembnih razlik med skupinami, tako v smislu zmanjšanja bolečine kot izboljšanja funkcije na vseh časovnih točkah. Prav tako sta samo dve raziskavi primerjali terapevtski ultrazvok z laserjem nizke intenzitete (23, 25) in samo ena raziskava z laserjem visoke intenzitete (24), v kateri so avtorji opazili statistično pomembne razlike med skupinama tako pri ocenjevanju bolečine kot tudi funkcije, vendar v prid terapiji z laserjem. Največjo razliko so opazili pri ocenjevanju bolečine na vizualni analogni lestvici, na kateri se je ta v skupini z laserjem zmanjšala za skoraj dvakrat več kot v skupini s terapevtskim ultrazvokom. V raziskavah, v katerih so terapevtski ultrazvok primerjali z laserjem nizke intenzitete, statistično pomembnih razlik pri ocenjevanju bolečine in funkcije niso ugotovili. Statistično pomembne razlike v zmanjšanju bolečine in izboljšanju funkcije med skupinami so ugotovili še v raziskavi, v kateri so terapevtski ultrazvok primerjali z diatermijo (27), in v raziskavi, ki je med seboj primerjala dve različni dolžini trajanja ultrazvočne terapije (29). Diatermija se je izkazala za bolj učinkovito v primerjavi s terapevtskim ultrazvokom, kot bolj učinkovita pa se je izkazala tudi terapija z daljšim časom trajanja ultrazvoka. V drugih raziskavah avtorji niso ugotovili statistično pomembnih razlik med skupinami v smislu zmanjšanja bolečine in izboljšanja funkcije.

RAZPRAVA

Skupna značilnost vseh raziskav razen raziskave, ki je terapevtski ultrazvok primerjala z diatermijo (27), je, da se je pri posameznikih preiskovalne skupine statistično pomembno zmanjšala bolečina in izboljšala funkcija rame, ne glede na to, kakšen

pristop k obravnavi ali parametre so uporabili. To lahko verjetno v veliki meri pripisemo spontanemu okrevanju (30). Mogoč je tudi učinek placeba, vendar so dokazi neenotni. V randomiziranih kontroliranih poskusih je običajno primerjanje dveh različnih vrst zdravljenja in pogosto pride do izboljšanja v obeh skupinah, ki ga mogoče lahko pripisemo placebo učinku (2).

Glede učinkovitosti terapevtskega ultrazvoka pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete ali drugih težav rame so bile objavljene nedokončne ugotovitve. V večini opravljenih pregledov literature je bilo ugotovljeno, da je premalo dokazov, ki bi opravičevali pogosto klinično uporabo terapevtskega ultrazvoka (7, 31, 32). Glavni vzrok za tako pomanjkanje dokazov je omejeno število dobro zasnovanih randomiziranih kontroliranih poskusih o učinkovitosti ultrazvočne terapije (9). Klinične smernice filadelfijske porote o obravnavi bolnikov z bolečino v rami iz leta 2001 kažejo, da je terapevtski ultrazvok učinkovit pri zdravljenju kalcificirajočega tendinitisa ramena, ne pa tudi pri zdravljenju drugih nespecifičnih težav, kot sta tendinitis in burzitis (33). V sistematičnem pregledu kolaboracije Cochrane iz leta 2003 na temo ultrazvočne terapije za bolečino v rami so prišli do podobnih ugotovitev, in sicer, da je terapevtski ultrazvok neučinkovit pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete ali bolečine v rami, vendar bi lahko bil učinkovit pri pacientih s kalcificirajočo tendinopatijo (6). V novejšem pregledu literature (34) o učinkovitosti konzervativnega zdravljenja tendinopatij rotatorne manšete so prav tako ugotovili, da terapevtski ultrazvok ni učinkovit. Klinična učinkovitost pri ljudeh tako ostaja negotova (7) kljub dokazom o pozitivnih učinkih ultrazvoka na celjenje tetiv iz raziskav, opravljenih na živalih (15–18).

Alexander in sodelavci (35) so izpostavili enega izmed mogočih dejavnikov za opaženo pomanjkanje klinične učinkovitosti, in sicer premajhno količino ultrazvočne energije, dovedene

v mehka tkiva rame. Učinkovitost ultrazvočne terapije so opazili takrat, ko je količina energije terapevtskega ultrazvoka na terapijo znašala vsaj 2250 J. V našem pregledu je imelo dovolj podatkov za izračun le šest raziskav (24–28), od katerih ena (25) predlagane količine ni preseгла. Na podlagi teh raziskav hipoteze nismo mogli podpreti.

V prihodnjih raziskavah bi morali terapevtski ultrazvok hkrati primerjati z navidezno terapijo z ultrazvokom in dobro nadzorovano obravnavo brez ultrazvoka. Pri tem je nujno, da se v člankih navedejo podatki o vseh parametrih terapevtskega ultrazvoka, ki bodo omogočali natančen izračun prejetega terapevtskega odmerka. Za zajem reprezentativnega vzorca bi bilo treba predhodno določiti histopatološko stanje tarčnega tkiva pri vsakem posamezniku in izbrati bolj homogene skupine preiskovancev glede na čas trajanja bolezni. Za raziskovalno delo je pomembna tudi predhodna kalibracija ultrazvočne enote, o čemer so poročali le v dveh raziskavah (26, 27).

ZAKLJUČKI

Na podlagi pregledane literature lahko zaključimo, da je o učinkovitosti ultrazvočne terapije pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete na voljo bistveno premalo dokazov iz kakovostnih raziskav. Ugotovili smo izrazito heterogenost uporabljenih parametrov, terapevtskih pristopov zdravljenja kot tudi uporabljenih merilnih orodij. Zato ne moremo z gotovostjo zaključiti, ali je terapevtski ultrazvok pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete učinkovit ali ne. Za natančen odgovor na vprašanje o učinkovitosti terapevtskega ultrazvoka pri zdravljenju tendinopatij rotatorne manšete so potrebne randomizirane in kontrolirane klinične raziskave višje kakovosti.

LITERATURA

1. Tsai WC, Tang SFT, Liang FC (2011). Effect of therapeutic ultrasound on tendons. *Am J Phys Rehabil* 90 (12): 1068–73.
2. Morrey ME, Dean FJB, Carr AJ, Morrey BF (2013). Tendinopathy: same disease different results –why?. *Oper Tech Orthop* 23 (2): 39–49.
3. Rees JD, Maffulli N, Cook J (2009). Management of tendinopathy. *Am J Sports Med* 37 (9): 1855–67.
4. Hanratty CE, McVeigh JG, Kerr DP, Basford JR, Finch MB, Pendleton A, et. al. (2012). The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum* 42 (3): 297–316.
5. Desmeules F, Boudreault J, Roy JS, Dionne C, Frémont P, MacDermid JC (2015). The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport* 16 (3): 276–84.
6. Green S, Buchbinder R, Hetrick SE (2003). Physiotherapy interventions for shoulder pain: review. *Cochrane database of systematic reviews* 2, CD004258. DOI: 10.1002/14651858.CD004258.
7. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA (2001). A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Phys Ther* 81 (7): 1351–8.
8. de Brito Vieira HW, Aguiar KA, da Silva KM, Canela PM, da Silva FS, Abreu BJ (2012). Overview of ultrasound usage trends in orthopedic and sports physiotherapy. *Crit Ultrasound J* 4 (1): 11.
9. Warden SJ, Altenburger P (2011). Ultrasound mediated healing. In: Frenkel V. *Therapeutic ultrasound : mechanisms to applications*. Nova science, 4: 67–100.
10. McDiarmid T, Ziskin MC, Michlovitz SL (1996). *Therapeutic ultrasound*. V: Michlovitz SL, 3ed. *Thermal agents in rehabilitation*. Philadelphia: Davies cop., 168–212.
11. Mihelčič B (2003). Uporaba ultrazvoka v fizikalni terapiji. V: Štefančič M. *Osnove fizikalne medicine in rehabilitacije gibalnega sistema*. Ljubljana, 135–40.
12. Low J, Reed A (2000). *Electrotherapy explained: principles and practise*. 3rd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 172–211.
13. Cameron MH (2013). *Physical agents in rehabilitation: from research to practice*, 4th ed. Philadelphia, W. B. Saunders, 173–201.
14. Leung MC, Ng YP, Yip KK (2004). Effect of ultrasound on acute inflammation of transected medial collateral ligaments. *Arch Phys Med Rehabil* 85 (6): 963–6.
15. Watson T (2008). Ultrasound in contemporary physiotherapy practice. *Ultrasonics* 48 (4): 321–9.
16. Nussbaum EL (1998). The influence of ultrasound on healing tissues. *J Hand Therapy* 11 (2): 140–7.
17. Watson T, Young SR (2008). *Therapeutic ultrasound*. In: Watson T. *Electrotherapy: evidence-based practice*. Elsevier Health Science, 179–200.
18. Warden SJ, Avin KG, Beck EM, DeWolf ME, Hagemeyer MA, Martin KM (2006). Low-intensity pulsed ultrasound accelerates and a nonsteroidal anti-inflammatory drug delays knee ligament healing. *Am J Sports Med* 34 (7): 1094–102.
19. Rodriguez O, Chong J, Monreal R (2004). Stimulation of tissue healing by ultrasound:

- physical mechanisms of action. *AIP Conf Proc* 724 (1): 106–11.
20. Ainsworth R, Dziedzic K, Hiller L, Daniels J, Burton A, Broadfield J (2007). A prospective double blind placebo-controlled randomized trial of ultrasound in the physiotherapy treatment of shoulder pain. *Rheumatology (Oxford)* 46 (5): 815–20.
 21. Praveena T (2013). Effectiveness of ultrasound therapy in combination with manual therapy and shoulder exercises for subacromial impingement syndrome. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3 (2): 1–37.
 22. Celik D, Atalar AC, Sahinkaya S, Demirhan M (2009). The value of intermittent ultrasound treatment in subacromial impingement syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 43 (3): 243–7.
 23. Yavuz F, Duman I, Taskaynatan MA, Tan KA (2014). Low-level laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of subacromial impingement syndrome: a randomized clinical trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 27 (3): 315–20.
 24. Santamanto A, Solfrizzi V, Panza F, et. al. (2009). Short-term effects of high-intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of people with subacromial impingement syndrome: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 89 (7): 643–52.
 25. Calis HT, Berberoglu N, Calis M (2011). Are ultrasound, laser and exercise superior to each other in the treatment of subacromial impingement syndrome? A randomized control trial. *Eur J Phys Rehab Med* 47 (3): 375–80.
 26. Johansson KM, Adolfsson LE, Foldevi MOM (2005). Effects of acupuncture versus ultrasound in patients with impingement syndrome: randomized clinical trial. *Phys Ther* 85 (6): 490–501.
 27. Giombini A, Di Cesare A, Safran MR, Ciatti R, Maffulli N (2006). Short-term effectiveness of hyperthermia for supraspinatus tendinopathy in athletes: a short-term randomized controlled study. *Am J Sports Med* 34 (8): 1247–53.
 28. Merino LP, del Carmen CB, Bernal AG, Martínez FJ, Astilleros LAE, González PR et. al. (2015). Evaluation of the effectiveness of three physiotherapeutic treatments for subacromial impingement syndrome: a randomised clinical trial. *Physiotherapy* 102 (1): 57–63.
 29. Yildirim MA, Ones K, Celik EC (2013). Comparison of ultrasound therapy of various durations in the treatment of subacromial impingement syndrome. *J Phys Ther Sci* 25 (9): 1151–4.
 30. Chinn NE, Clough AE, Clough PJ (2010). Does therapeutic ultrasound have a clinical evidence base for treating soft tissue injuries? *Int Musculoskelet Med* 32 (4): 178–81.
 31. Gam AN, Johanssen F (1995). Ultrasound therapy in musculoskeletal disorders: a meta-analysis. *Pain* 63 (1): 85–91.
 32. van der Windt DA, van der Heijden GJ, van den Berg SG, ter Riet G, de Winter AF, Bouter LM (1999). Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders: a systematic review. *Pain* 81 (3): 257–71.
 33. Harris GR, Susman JL (2002). Managing musculoskeletal complaints with rehabilitation therapy: Summary of the Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on musculoskeletal rehabilitation interventions. *J Fam Pract* 51 (12): 1042–6.
 34. Littlewood C, May S, Walters S (2013). A review of systematic reviews of the effectiveness of conservative interventions for rotator cuff tendinopathy. *Shoulder Elbow* 5 (3): 151–67.
 35. Alexander LD, Gilman DR, Brown DR, Brown JL, Houghton PE (2010). Exposure to low amounts of ultrasound energy does not improve soft tissue shoulder pathology: a systematic review. *Phys Ther* 90 (1): 14–25.