

# Z DOKAZI PODPRTA REHABILITACIJA – DOKAZI O UČINKOVITOSTI ULTRAZVOKA EVIDENCE BASED REHABILITATION – EVIDENCE ON EFFECTIVENESS OF ULTRASOUND

asist. Lidija Plaskan, dr. med.

Oddelek za medicinsko rehabilitacijo, Splošna bolnišnica Celje

## Izvleček

Terapevtski ultrazvok je ena najpogosteje uporabljenih metod fizikalne terapije. Kljub dolgoletni klinični uporabi in laboratorijskim študijam, ki dokazujejo številne fiziološke učinke, pa učinkovitost ultrazvoka pri zdravljenju bolečine, poškodb in okvar mišično-kostnega sistema in mehkih tkiv ni še povsem potrjena.

## Ključne besede:

ultrazvok, dokazi, zdravljenje

## Abstract

*Therapeutic ultrasound is one of the most commonly used agents in physical therapy. Despite many years of clinical use and many laboratory-based studies that have demonstrated a number of physiological effects of ultrasound in living tissues, the effectiveness of ultrasound for treating pain, musculoskeletal injuries and soft tissue lesions remains questionable.*

## Key words:

*ultrasound, evidence, treatment*

## UVOD

Ultrazvok (UZ) je longitudinalno zvočno valovanje z visoko frekvenco – nad 20 kHz. V fizikalni terapiji ga s pridom uporabljajo že vrsto let. Terapevtsko uporabo UZ v medicini je leta 1938 prvi opisal Raimar Pohlman in ga tudi uvedel v klinično prakso (1). Kasneje so preučevali številne možne načine uporabe UZ v najrazličnejših vejah medicine.

V osnovi gre za nihanje posameznih delcev okrog središčne točke, kar povzroča tvorbo zgoščin in razredčin v snovi, ob tem pride do medsebojnega zadevanja delcev in na ta način do prenosa energije (2).

Ultrazvočno valovanje nastane s pomočjo visokofrekventnih elektromagnetnih oscilacij in piezoelektričnega efekta. Uporabljamo obratni piezoelektrični efekt, do katerega pride, ko izmenično napetost apliciramo na površino kristala in le-ta spreminja obliko. V terapevtske namene najpogosteje uporabljamo frekvence med 800 kHz in 3 MHz, jakosti pa se gibljejo od 0,1 do 0,5 W/cm<sup>2</sup> za kontinuirano obliko in od 0,4 do 1,5 W/cm<sup>2</sup> za intermitentno oziroma pulzno obliko (2-4).

Globina, ki jo UZ doseže, je odvisna od debeline tkiva, na kateri se jakost UZ zmanjša na polovico. Pri frekvenci 1 MHz je to približno 4 cm, pri frekvenci 3 MHz pa le 2 cm. Hitrost širjenja UZ je odvisna od gostote medija, skozi katerega se širi – čim večja je gostota medija, tem hitreje se UZ širi (mišice 1552 m/s, kosti 3445 m/s) (3).

Učinki UZ so mehanični – netermični in termični. Stopnja intenzivnosti določenega učinka pa je odvisna od jakosti in trajanja delovanja UZ. Ultrazvok z nizko gostoto moči (do 0,5 W/cm<sup>2</sup>) ne povzroča pomembnejšega lokalnega zvišanja temperature, zaradi pulznih sprememb tlakov na območju ultrazvočnega delovanja pa na tkiva oziroma celice deluje stimulatивно (3, 4). Prihaja do mikromasaže in akustičnega valovanja, posledično pa do sprememb v propustnosti celičnih membran, pospeševanja oksidacijskih in redukcijskih procesov, hitrejše delitve celic in vpliva na vnetne in reparacijske procese (3). Ultrazvok z višjo gostoto moči (več kot 1-2 W/cm<sup>2</sup>) povzroča kavitacije, posledica česar so okvare celic in tkiv. Lokalno zvišanje temperature v tkivu je posledica absorpcije mehanske energije ultrazvočnega valovanja, UZ z nižjimi frekvencami povzroča lokalno zvišanje temperature globlje v tkivu (4-6 cm) kot UZ z višjo frekvenco (1-2 cm) (3). Ultrazvok z jakostjo 1 W/cm<sup>2</sup> povzroči zvišanje temperature za 0,8°C. Količina

Prispelo: 21. 12. 2011

Sprejeto: 24. 01. 2011

ultrazvočne energije, ki se pretvori v toplotno, je odvisna od narave molekul v snovi in od frekvence ultrazvoka. Višje jakosti UZ povzročajo čezmerno segrevanje, kar lahko okvari beljakovine v celicah in tkivih (3). Toplotni učinek je izražen predvsem pri kontinuirani obliki UZ, pri pulzni pa bistveno manj.

Za zdravljenje akutnih bolezenskih stanj praviloma uporabljamo UZ z nizko jakostjo, za kronična pa z višjo (3, 4). Ultrazvok je primerna oblika fizikalnega zdravljenja za manjše površine telesa oziroma za boleče točke, omejene na ožji del telesa, vedno pa je potrebno preveriti dejansko delovanje ultrazvočne glave. Ultrazvok apliciramo s pomočjo kontaktnega medija med terapevtsko glavo in kožo, ultrazvočno glavo pa premikamo. Tako zmanjšamo nepravilnosti ultrazvočnega vala v okolici, se izognemo nastanku konstantnih valov, ki lahko povzročijo poškodbe žilnega endotelija, zmanjšamo učinek pregrevanja in tvorbo nestabilnih kavitacij, ki lahko tkiva poškodujejo (4).

Odmerjanje UZ je odvisno od frekvence, intenzivnosti, oziroma jakosti in trajanja aplikacije le-tega (3, 4). Povprečen čas terapije je 5 minut, najkrajši 1-2 minuti, najdaljši pa 10-15 minut (3, 4). Pri uporabi UZ moramo upoštevati indikacije, predvsem pa kontraindikacije.

Ultrazvok rutinsko uporabljamo pri (3, 4):

- akutnih in subakutnih poškodbenih stanjih – poškodbe mehkih tkiv in sklepnih ovojnic, športne poškodbe, kirurške rane, boleča rama, subakromialni burzitis, tendinitisi, tendovaginitisi,
- kroničnih revmatoidnih in degenerativnih stanjih – revmatoidni artritis, revmatoidni vozlički, osteoartraza, sklerodermija,
- venskih razjedah,
- preležaninah,
- brazgotinah, kontrakturah in izrazitih fibrozah – Dupuytrenova kontraktura, ostale kontrakture, plantarni fasciitis,
- lajšanju bolečine – herpes zoster, fantomske bolečine, bolečina v križu.

Med absolutne kontraindikacije spadajo (3, 4):

- lokalne vnetne spremembe,
- motnje strjevanja krvi,
- malignomi,
- hujše motnje prekrvitve, tromboza, varice,
- osrednji živčni sistem, področja nad laminektomijo, spina bifida,
- predeli nad parenhimskimi organi,
- gonade, maternica v nosečnosti,
- oči in okolica oči,
- rastne cone,
- pigmentni nevusi in prekanceroze,
- vročinska stanja,
- 6 mesecev po radioterapiji,
- 30 dni po aplikaciji kortikosteroidne injekcijske terapije.

Relativne kontraindikacije so (3, 4):

- srčni spodbujevalnik,
- kovinski vsadki,
- hujše motnje občutljivosti.

## PREGLED DOKAZOV O UČINKOVITOSTI ULTRAZVOKA PRI POSAMEZNIH BOLEZENSKIH STANJIH

### Sindrom zapestnega prehoda

Prevalenca sindroma zapestnega prehoda (SZP) je 5,3 % pri ženskah in 2,1 % pri moških (5). Za zdravljenje sindroma zapestnega prehoda uporabljajo številne metode, tako kirurške kot nekirurške, nobene terapije pa še niso sprejeli in priznali kot univerzalno. Nekirurške metode vključujejo: počitek, prilagoditev aktivnosti, ortoze, nesteroidne anti-revmatike (NSAR), oralno jemanje steroidov. Od kirurških metod uporabljajo odprte in endoskopske tehnike. Najpogosteje pa uporabljajo ortoze (56,3 %) in zdravljenje z NSAR (50,8 %) (5).

Piazzini je s sodelavci naredil sistematični pregled učinkovitosti metod konservativnega zdravljenja SZP od leta 1985 do 2006.

Vključili so randomizirane klinične poskuse (RKP), v katerih so bolniki imeli klinično in nevrofiziološko potrjeno utesnitev medianega živca v zapestnem prehodu in jih pred tem niso operativno zdravili, če je bila učinkovitost ene ali več konservativnih metod ustrezno ocenjena in če je bil poskus zastavljen randomizirano in kontrolirano. Preučevali so učinkovitost zdravljenja z lokalno injiciranimi steroidi, z oralnim jemanjem zdravil, s fizikalno terapijo, terapevtsko vadbo in ortozami. V pregled so vključili 33 RKP.

Ugotovili so, da so

- visoko kakovostni dokazi – raven I za učinkovitost zdravljenja s steroidi oralno in injiciranih lokalno;
- Srednje kakovostni dokazi – raven II o neučinkovitosti vitamina B6 in učinkovitosti uporabe ortoz;
- Nizko kakovostni dokazi – raven III o učinkovitosti zdravljenja z NSAR, diuretiki, o učinkovitosti joge, terapije z laserjem, terapevtske vadbe in terapevtskega ultrazvoka (6).

Huisstede (5) je leta 2010 s sodelavci pripravila ponovni pregled vse literature o učinkovitosti posameznih metod zdravljenja SZP. Vključili so vse RKP, v katere so bile vključene osebe s SZP, ki ni bil posledica poškodbe ali sistemskih obolenj (osteoartraza, revmatoidni artritis, sladkorna bolezen, bolezen vezivnega tkiva). Preučevali so metode zdravljenja in učinke na bolečino, izboljšanje stanja in funkcijo roke. Prišli so do podobnih ugotovitev kot Piazzini.

Ugotovili so, da so s srednje kakovostnimi dokazi potrdili učinkovitost terapevtskega UZ v primerjavi s placebom in terapijo z laserjem (5). Pri primerjavi zdravljenja z UZ in s placebom niso potrdili učinkovitosti UZ po dveh tednih, ugotovili pa so precejšnje izboljšanje po sedmih tednih zdravljenja z UZ. Primerjali so vpliv UZ z različno jakostjo, in sicer 1,5 W/cm<sup>2</sup> ter 0,8 W/cm<sup>2</sup>, na bolečino in izboljšanje simptomov. Po dveh tednih ni bilo pomembnejše razlike pri zdravljenju z UZ različnih jakosti, dokazi so bili srednje kakovostni (5). Izkazalo se je, da je UZ v primerjavi s terapijo z laserjem bolj učinkovit pri zmanjševanju bolečine in izboljšanju moči prijema roke. Dokazi so bili srednje kakovostni, parametri UZ pa niso bili natančno definirani (5).

## Patelofemoralna bolečina

Patelofemoralna bolečina je ena najpogostejših težav mladostnikov in mlajših odraslih oseb, saj jo ima približno 26 % mlajše odrasle populacije (Devereaux 1983) (7). Glavni cilj rehabilitacijske obravnave teh bolnikov je zmanjšati bolečino, popraviti biomehanske pomanjkljivosti, povečati moč in vzdržljivost ter ponovno vzpostaviti gibljivost in funkcioniranje. V ta namen pogosto uporabljajo tudi terapevtski ultrazvok, pulzno obliko za zmanjševanje bolečine in vnetja, kontinuirano pa pri skrajšavah mehkih struktur.

Brosseau (7) je s sodelavci naredila pregled vseh člankov, v katerih so za lajšanje patelofemoralne bolečine uporabljali ultrazvok. Člankov je bilo 85, od tega le 8 potencialno uporabnih, v pregled pa so vključili le en RKP, v katerem je sodelovalo 54 bolnikov (Antich 1986) (7). Razdelili so jih v 4 skupine. Vsi so imeli program vadbe kot spremljajočo terapijo, prvo skupino so zdravili s sonoforezo, drugo z iontoforezo, tretjo skupino z ultrazvokom skupaj s kriomasažo (3 minut UZ, 2 minut kriomasaža), četrto skupino pa samo s kriomasažo. Na koncu so v pregled vključili le zadnji dve skupini. Pri zmanjševanju bolečine in krepitvi stegenjskih mišic ultrazvok s kriomasažo ni bil nič bolj učinkovit kot samo kriomasaža. Ugotavljali so, da ultrazvok pri patelofemoralnem sindromu nima klinično pomembnega učinka na zmanjšanje bolečine (7, 2).

Študija je bila metodološko pomanjkljivo zastavljena, zato bo treba narediti še več dobro zastavljenih RKP, preden bomo lahko dokončno ugotovili, ali ultrazvok res ni učinkovit pri zdravljenju patelofemoralne bolečine (7). Kasneje so objavili še nekaj študij, vendar pa so vanje v glavnem vključevali zdrave preiskovance, rezultati pri bolnikih pa bi lahko bili povsem drugačni.

## Celjenje zlomov

Zlomi dolgih kosti so glavni vzrok obolevnosti in visokih stroškov zdravljenja v razvitem svetu. Da bi zmanjšali te stroške, so preučevali različne metode za pospeševanje

celjenja zlomov, vključno z ultrazvokom. Predvidevajo, da UZ spodbuja celjenje s šibkimi mehničnimi silami, ki na mestu zloma delujejo kot funkcionalna obremenitev (8).

Uporaba UZ ima pri celjenju zlomov več kot petdesetletno zgodovino. Leta 1950 je Maintz objavil prvo študijo o učinkih UZ na celjenje zlomov. Ta študija je mejnik na tem področju, saj je prvič predstavila pozitivne učinke UZ na zaraščanje kosti (1).

V klinični uporabi se je UZ izkazal kot učinkovit pri pospeševanju celjenja zlomov (9), kar se je kazalo s krajšim časom celjenja, kljub temu pa zaradi raznolikosti preiskovancev njegove učinkovitosti dokončno ni bilo mogoče potrditi. Študije na živalih in vitro ter in vivo so pokazale, da UZ pospeši celično proliferacijo, sintezo proteinov in kolagena, zviša propustnost membran in raven citosolskega kalcija (9).

Prvi RKP o učinkih UZ na celjenje svežih zlomov golenice pri ljudeh je leta 1994 objavil Heckman s sodelavci (9). V njegovo študijo, ki je bila narejena s sodelovanjem več centrov, je bilo vključenih 67 bolnikov, 33 so jih zdravili z UZ, 34 pa jih je bilo v kontrolni skupini. Avtorji so poročali, da je UZ pospešil celjenje za 38 % (1, 8, 9).

Tri leta kasneje je Kristiansen s sod. poročal o hitrejšem celjenju dorzalnih zlomov koželjnice. Povprečni čas celjenja v skupini, zdravljeni z UZ, je bil 61 dni, v kontrolni pa 98 dni (1, 8).

Leta 2002 je Busse s sod. naredil pregled literature, in sicer RKP o celjenju zlomov (9, 8). Našli so 138 študij, od tega jih je ustrezalo le 6. V njih so avtorji ugotovili, da je bil čas celjenja pri uporabi UZ znatno krajši, kar za 64 dni (9, 8). Uporabljali so UZ z nizko jakostjo, 20 minut dnevno, dokler na rentgenskih posnetkih niso ugotovili zanesljivih znakov celjenja (preraščene so bile tri od štirih kortikalnih plasti na kosti) (9).

Leta 2005 je Gebauer s sod. preučeval učinkovitost UZ pri nezaraščenih zlomih in ugotovil, da se je zacelilo 85 % le-teh (9). Gebauer in Correll sta leta 2005 preučevala učinkovitost UZ pri zlomih z upočasnjenim celjenjem in pri nezaraščenih zlomih po elongaciji oz. podaljšanju udov po metodi Ilizarova. Od 112 bolnikov, zdravljenih po tej metodi, je bilo 19 zlomov z upočasnjenim celjenjem ali nezaraščenih. Sedemnajst so jih zdravili z UZ in vsi so se zacelili (9). Uporabljala sta UZ z nizko jakostjo, 20 minut dnevno, do tvorbe zunanega kostnega korteksa in intramedularnega kanala, kar so ocenjevali na osnovi rentgenskih posnetkov. Metodološko je bila študija pomanjkljivo zastavljena, navedeni tudi niso bili natančni parametri UZ.

El-Mowafi in Mohsen sta leta 2005 preučevala učinkovitost UZ pri distrakcijski osteogenezi golenice po metodi Ilizarova (9). Vključenih je bilo 20 bolnikov, 10 so jih zdravili z UZ, 10 pa jih je bilo v kontrolni skupini. Celjenje so definirali

s tvorbo zunanjšega kostnega korteksa in intramedularnega kanala. V prvi skupini je bilo celjenje hitrejše za 30 % (v skupini bolnikov, ki so jih zdravili z UZ z nizko jakostjo, se je zlom zacelil v tridesetih dneh, v kontrolni pa po osemindesetih). Kakovost študije je vprašljiva, vzorci so majhni, homogenost skupine preiskovancev ni znana, natančni parametri UZ niso navedeni.

Leta 2005 sta Gold in Wasserman preučevala učinkovitost UZ pri zlomih golenice z velikimi kostnimi okvarami (8-14 mm) (9). Vključili so 20 bolnikov, 8 so je zdravili z UZ. Ocenjevali so, po kolikšnem času so lahko odstranili zunanji fiksator. V eksperimentalni skupini je bil čas za 17 % krajši. Rezultati študije niso povsem zanesljivi, saj je bilo v kontrolni skupini večje število kadiccev, če so to upoštevali, bistvene razlike v učinkovitosti ni bilo.

Nasprotno je leta 1997 dokazal Cook s sodelavci, ko je preučeval učinkovitost UZ pri celjenju zlomov golenice in distalne koželjnice pri kadiccih. Uporabljali so UZ z nizko jakostjo, 20 minut dnevno, dokler se zlomi niso zacelili. Ugotovili so, da je bil čas celjenja zlomov golenice krajši za 41 %, zlomov distalne koželjnice pa kar za 51 % (9, 8). Klinično so dokazali učinkovitost UZ, študija pa po kakovosti ni bila ravno na visoki ravni.

Leta 2004 je Leung s sodelavci preučeval učinkovitost UZ pri celjenju zapletenih zlomov golenice. UZ so pričeli uporabljati takoj po operativnem posegu, zdravljenje pa je trajalo 90 dni. Celjenje zlomov so spremljali s kliničnim pregledom, rentgenskim slikanjem, merjenjem mineralne kostne gostote in z določanjem aktivnosti kostno specifične alkalne fosfataze. Vključenih je bilo 28 bolnikov s tridesetimi zlomi (8). Ugotovili so, da je bilo celjenje zlomov z uporabo UZ za 42 % hitrejše. Preučevali pa so tudi plazemsko raven kostno specifične alkalne fosfataze in ugotovili, da je le-ta pri uporabi UZ višja. Ta ugotovitev podpira domnevo, da UZ deluje na celični ravni (9, 8). Čeprav je bil vzorec majhen, je bila študija kakovostna.

Kljub temu da klinični podatki kažejo na veliko učinkovitost UZ pri celjenju zlomov, natančen mehanizem delovanja le-tega še vedno ni povsem pojasnjen (9).

Zadnje kanadske raziskave kažejo, da 40 % ortopedov in 21 % travmatologov za zdravljenje zlomov golenice pri poškodovancih uporablja pulzno obliko UZ z nizko jakostjo (10, 11).

Agencija FDA (The Food and Drug Administration) je leta 1994 odobrila uporabo pulznega ultrazvoka z nizko jakostjo za pospeševanje celjenja konservativno zdravljenih svežih zlomov, leta 2000 pa tudi za zdravljenje nezaceljenih zlomov (1, 11).

Leta 2008 so v ameriški izdaji revije Journal of Bone and Joint Surgery poročali o izjemno pozitivnih kliničnih doka-

zih za uporabo UZ pri celjenju zlomov. Kljub temu da UZ pogosto uporabljajo pri pospeševanju celjenja zlomov, pa je bila kakovost dokazov v tem pregledu le zmerna do zelo nizka (9).

Leta 2009 je Busse s sodelavci naredil sistematični pregled vseh RKP, ki so preučevali vpliv UZ na celjenje zlomov, usmerili so se tudi na funkcijski izid zdravljenja. Bolnike so skušali čim bolj poenotiti, zato so jih glede na tip zloma razdelili v 5 skupin – in sicer po klinični predstavitvi bolnika oziroma sliki, ne pa glede na okvaro kosti: neoperativno zdravljeni sveži zlomi, neoperativno zdravljeni zlomi zaradi preobremenitve, distrakcijska osteogeneza, kostni vsadki – transplantati pri nezaceljenih zlomih in operativno zdravljeni sveži zlomi. Od 564 potencialnih študij so jih na koncu uporabili 13 (11).

Ugotavljali so zmeren učinek UZ na čas celjenja zlomov, le-ta je bil v povprečju krajši za 33,6 %, bistvene razlike med operativno in neoperativno zdravljenimi svežimi zlomi ni bilo, prav tako ne med neoperativno zdravljenimi svežimi zlomi in operativno zdravljenimi nezaraščenimi zlomi ali med operativno zdravljenimi svežimi zlomi in operativno zdravljenimi nezaraščenimi zlomi (11). Ugotavljali so nizko kakovost dokazov o učinkovitosti UZ na celjenje konservativno zdravljenih svežih zlomov. S srednje kakovostnimi dokazi so potrdili, da zdravljenje z UZ ne vpliva na vrnitev poškodovancev z neoperativno zdravljenimi stresnimi zlomi k aktivnostim (11). Zelo nizka je bila kakovost dokazov o vlogi UZ pri hitrejšem izboljšanju funkcioniranja poškodovancev po distrakcijski osteogenezi (11). Kakovost dokazov o učinkovitosti UZ pri celjenju nezaraščenih zlomov, pri katerih so uporabili kostne vsadke, je bila nizka, prav tako o učinkovitosti UZ pri pospeševanju celjenja operativno zdravljenih svežih zlomov (11).

Samo pet od trinajstih študij je vključevalo oz. ocenjevalo tudi funkcijski izid zdravljenja – čas do polnega obremenjevanja, čas do vrnitve poškodovancev k aktivnostim, z lestvico Olerud-Molander, čas do vrnitve le-teh na delo in k športnim dejavnostim, čas, ko bolnik sam poroča o zaceljenem zlomu. Pri vseh petih študijah je bil eden od teh kazalcev pozitiven oz. eden od teh časov krajši (11). Dve najbolj kakovostni študiji pa pomembnejše razlike v funkcijskem izidu med bolniki, zdravljenimi z UZ z nizko jakostjo, in kontrolno skupino, nista dokazali (11).

Leta 2000 je Mayr s sodelavci uporabljal UZ pri 951 bolnikih z upočasnjem celjenjem zlomov in pri 366 bolnikih z nezaraščenim zlomom. O uspešnem celjenju so poročali pri več kot 86 % bolnikov v obeh skupinah (12). Uporabljali so pulzno obliko UZ, s frekvenco 1,5 MHz, z jakostjo 30 mW/cm<sup>2</sup>, s trajanjem signala 200 $\mu$ s in premora 800 $\mu$ s, terapija je trajala 20 minut dnevno – do zacelitve zloma (12). Študija je bila dobro zastavljena in je potrdila učinkovitost UZ pri zdravljenju zlomov z upočasnjem celjenjem in nezaraščenih zlomov.



Leta 2001 je Nolte s sodelavci uporabil UZ pri 29 bolnikih z nezaraščenimi zlomi golenice, stegenice, koželjnice, podlahtnice, čolniča, nadlahtnice, stopalnic in ključnice. Popolno zacelitev zloma so ugotovili pri 86 % bolnikov in v povprečno 22 tednih (13). Kljub temu da so bile zlomljene različne kosti, je bila študija dobro zastavljena in je potrdila učinkovitost UZ pri celjenju nezaraščenih zlomov.

Učinkovitost UZ pri odprtih zlomih doslej ni bila dokazana. Tudi pri celjenju zlomov golenice, zdravljenih z intramedularno fiksacijo, učinkovitosti UZ niso dokazali. UZ naj bi bil najbolj učinkovit pri bolnikih, pri katerih je tveganje za počasnejše celjenje – zapleteni zlomi, večje število pridruženih boleznih in kadilci (8).

## Osteoartroza

Osteoartroza je najpogostejša oblika obolenj sklepov in glavni vzrok za bolečino in omejeno gibljivost le-teh pri starejšem prebivalstvu.

Leta 2010 je Rutjesova s sodelavci znova pripravila pregled študij (do julija 2009), v katerih so uporabljali UZ pri zdravljenju osteoartroze (14). Našli so še 5 študij, v katerih je bilo vključenih 341 bolnikov z osteoartrozo kolena, bolnikov z osteoartrozo kolka ni bilo. V dveh študijah so uporabljali pulzno obliko UZ, v dveh kontinuirano obliko, v eni pa obe obliki UZ. Uporabljali so UZ s frekvenco 1 MHz in največjo jakostjo do 1,5 W/cm<sup>2</sup> za kontinuirano obliko le-tega ter do 2,5 W/cm<sup>2</sup> za pulzno obliko. Terapija je trajala od 5 do 15 minut, trikrat tedensko, 8 tednov. Čeprav je bila metodološka kakovost študij slaba in kakovost dokazov na nizki ravni, so v primerjavi s prejšnjimi pregledi ugotovili učinkovitost UZ pri zmanjšanju bolečine in izboljšanju funkcioniranja bolnikov z osteoartrozo kolena (14).

Ultrazvok je bil učinkovit pri zmanjševanju bolečine in izboljšanju funkcioniranja bolnikov z osteoartrozo kolena (15). S kontinuirano (1 MHz, 1,5 W/cm<sup>2</sup>) ali pulzno obliko UZ (1 MHz, 2,5 W/cm<sup>2</sup>) so pri bolnikih zdravili medialne strukture trikrat tedensko, skupaj 24-krat. Bolniki so imeli tudi izokinetične vaje in lokalno gretje. Ob koncu terapije in po enem letu je bil rezultat boljši v skupini, zdravljeni s pulzno obliko UZ, študija je bila srednje kakovostna (15).

Pri drugi študiji, katere kakovost je bila na nizki ravni, so uporabljali konstantno obliko UZ (1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>) in placebo skupaj s terapevtskimi vajami. Bolniki so imeli terapijo petkrat tedensko, 10 dni. Tudi v tej študiji je bil UZ učinkovit pri zmanjševanju bolečine in izboljšanju funkcioniranja bolnikov. Ni pa še pojasnjeno, kateri so najprimernejši parametri za UZ, ki bi bili najbolj učinkoviti (2).

## Revmatoidni artritis

Casimirova je s sodelavci leta 2002 objavila pregled član- kov o uporabi UZ pri bolnikih z revmatoidnim artritismom. Kriterije sta izpolnjevali dve študiji, v kateri je bilo vklju- čenih 80 bolnikov. Ultrazvok, apliciran na palmarno in dorzalno stran roke, je pomembno izboljšal moč prijmov. Ugotavljali so mejno izboljšanje pri dorzalni fleksiji zapestja, skrajšanje jutranje okorelosti, zmanjšanje števila oteklih in bolečih sklepov. V drugi študiji so poleg UZ uporabljali kombinirano terapijo (vaje, parafinske obloge, faradične kopeli), vendar pozitivnega učinka UZ niso dokazali (16).

Filadelfijska porota je leta 2001 ugotovila, da je premalo dokazov o učinkovitosti UZ pri zdravljenju revmatoidnega artritisa, zato ga v klinične smernice niso vključili (16).

## Lateralni epikondilitis

Lateralni epikondilitis je eden najpogostejših preobremenit- venih sindromov.

Binder je leta 1991 preučeval učinek UZ pri lateralnem epikondilitisu (17). V študijo je bilo vključenih 76 bolnikov. Uporabljali so pulzno obliko UZ (s frekvenco 1 MHz, z jakostjo 1-2 W/cm<sup>2</sup>, 10 minut) in placebo, bolniki so imeli terapijo dva do trikrat tedensko, od 4 do 6 tednov. V ekspe- rimentalni skupini je o bistvenem izboljšanju poročalo 63 % bolnikov, v skupini, zdravljeni s placebom, pa 29 % bolni- kov (17). Vzorec je bil majhen, ocenjevali pa so funkcijski izid zdravljenja in tudi subjektivno zadovoljstvo bolnikov z zdravljenjem oziroma končnim izidom le-tega. Razlika med skupinama je bila statistično značilna (17).

Lundeberg s sodelavci (18) je pri bolnikih z lateralnim epikondilitisom leta 1988 uporabljal konstantno obliko UZ s frekvenco 1 MHz, z jakostjo 1 W/cm<sup>2</sup>, dvakrat tedensko, 4 do 5 tednov in zdravljenje s placebom. Po zaključku terapije in tri mesece kasneje bistvenih razlik v rezultatih ni bilo (18).

Leta 1991 sta Haker in Lundeberg (19) pri bolnikih z lateralnim epikondilitisom uporabljala placebo in pulzno obliko UZ s frekvenco 1 MHz in z jakostjo 1 W/cm<sup>2</sup> dva do trikrat tedensko. Ob koncu terapije, po treh mesecih in po enem letu je bilo izboljšanje v skupini, zdravljeni z UZ, le majhno (19).

D'Vaz s sodelavci (20) je leta 2006 pri bolnikih z lateralnim epikondilitisom uporabljal placebo in pulzno obliko UZ s frekvenco 1,5 MHz in zelo nizko jakostjo 0,03 W/cm<sup>2</sup>, 20 minut dnevno, 12 tednov. V eksperimentalni skupini je o izboljšanju poročalo 64 % bolnikov, v kontrolni pa 57 % le-teh. Šlo je za RKP, vzorec je bil majhen (48 bolnikov), simptomi so trajali 9 mesecev, zdravljenje pa 12 tednov. Znano je, da do spontanega izboljšanja pri bolnikih pride po

približno dvanajstih mesecih, zato ultrazvoku v tem poskusu ni možno pripisati zanesljivega učinka (20, 2).

## Ramenski sklep

Bolečina v rami predstavlja 16 % vseh težav pri bolnikih z okvarami mišično-kostnega sistema in je po pogostosti na tretjem mestu, takoj za bolečino v križu in v vratu (20). Letna incidenca je 15 oseb z bolečino v rami na 1000 prebivalcev. Vrh pojavnosti je med štiridesetim in petdesetim letom človekove starosti, simptomi pri prvem pojavu bolečine v rami pa pri 40 do 50 % bolnikov trajajo do enega leta (21).

V pregledu metod za zdravljenje bolečine v rami je van der Heijden leta 1999 ugotovil, da je dovolj dokazov, da fizikalne metode, vključno z UZ, pri zdravljenju bolečine v rami niso učinkovite (21).

Klinične smernice Filadelfijske porote o obravnavi bolnikov z bolečino v rami kažejo, da je UZ učinkovit pri zdravljenju kalcificirajočega tendinitisa ramena, ne pa tudi pri zdravljenju drugih nespecifičnih težav, kot sta burzitis in tendinitis (23). Priporočajo uporabo kontinuirane oblike UZ, petkrat tedensko, tri tedne. Dokazi o učinkovitosti UZ za zmanjšanje bolečine pri kalcificirajočem tendinitisu so bili po kakovosti na visoki ravni, ugotavljali pa so, da je učinkovit predvsem v prvih dveh mesecih, medtem ko po devetih mesecih bistvene razlike v učinkovitosti med UZ in placebom ni bilo (23).

Pri zdravljenju bolnikov z nespecifično bolečino v rami (kapsulitis, tendinitis, burzitis) so z visoko kakovostnimi dokazi potrdili neučinkovitost terapevtskega UZ (23).

Leta 1999 je Ebenbichler s sodelavci v svojem dobro zastavljenem RKP dokazal učinkovitost terapevtskega UZ pri bolnikih s kalcificirajočim tendinitisom ramena (24). Uporabljali so pulzno obliko UZ s frekvenco 0,89 MHz in z jakostjo 2,5 W/cm<sup>2</sup>. V osmih tednih so imeli bolniki 24 obravnav po 15 minut, prve 3 tedne petkrat tedensko, druge 3 pa trikrat tedensko. Ob koncu terapije in 6 mesecev kasneje so ugotovili, da se je pri bolnikih znatno zmanjšala bolečina in depoziti kalcija. Pri 19 % bolnikov so depoziti kalcija popolnoma izginili, pri 28 % le-teh pa so se zmanjšali vsaj za 50 % (24).

Te ugotovitve so skladne z ugotovitvami pregleda iz Cochranove podatkovne zbirke o uspešnosti metod fizikalne terapije pri zdravljenju bolnikov z okvarami rame iz leta 2003. Pri zdravljenju kalcificirajočega tendinitisa ramena se je kot učinkovit izkazal UZ s takšnimi parametri, ki jih je v svoji študiji uporabil Ebenbichler (21, 22, 24).

Alexandrova je s sodelavci preučevala tudi parametre UZ (21). Pri pregledu podatkovnih zbirk so našli 727 zadetkov, v

pregled so vključili le 8 RKP, v katerih je sodelovalo 586 bolnikov, in so bili po kriterijih PEDro ocenjeni z 8/10 (21).

Preučevali so učinek UZ na: kalcificirajoči tendinitis, bolečino v rami, subakromialni burzitis, adhezivni kapsulitis, tendinitis mišice biceps brachii in tendinitis mišice supraspinatus. Simptomi so pri bolnikih trajali od 0 do 12 mesecev, večina stanj je bila kroničnih, težave pa so trajale več kot 6 tednov. Nekateri RKP so vključevali le eno dodatno metodo zdravljenja, nekateri pa tudi več – toplota, interferenčni tokovi, vaje za gibljivost, raztezanje.

V treh od osmih RKP, ki so vključevali bolnike s kalcificirajočim tendinitisom ramena, so poročali o bistveno boljših izidih zdravljenja z uporabo UZ, kot v kontrolnih skupinah, ugotavljali so pomembno zmanjšanje bolečine in kalcijevih depozitov pri bolnikih ter pomembno izboljšanje njihovega funkcioniranja. V teh študijah so bile jakosti UZ višje in tudi trajanje terapije je bilo daljše, izbor bolnikov pa je bil bolje definiran – skupine so bile bolj homogene (21).

O zdravljenju oseb z utesnitvenim sindromom rame so našli dva srednje kakovostna RKP, v katerih pozitivnega učinka UZ niso dokazali (25).

Johansson s sodelavci je leta 2005 bolnike z utesnitvenim sindromom rame zdravil 5 tednov, v tem času so le-ti imeli terapevtsko obravnavo 10-krat s pulzno obliko UZ s frekvenco 1 MHz in z jakostjo 1 W/cm<sup>2</sup> ali pa z akupunkturo. Ob koncu terapije, po treh, šestih in dvanajstih mesecih se je pri bolnikih v obeh skupinah zmanjšala bolečina v rami, izboljšala pa se je tudi funkcija, večje učinkovitosti UZ pa niso dokazali (26).

Ainsworth (27) je leta 2007 v svoji študiji poleg terapevtske vadbe uporabljal tudi UZ in placebo. V petih tednih so bolniki imeli terapevtsko obravnavo z UZ šestkrat, terapevti pa so parametre UZ izbirali sami. V povprečju je ena terapevtska obravnavo bolnika z UZ trajala 4,7 minut, približno 60 % bolnikov so zdravili z UZ s frekvenco 1 MHz in z jakostjo 0,5 W/cm<sup>2</sup>, oblika je bila pulzna ali konstantna. Ob koncu terapije in po dvajsetih tednih učinka UZ na zmanjšanje bolečine in izboljšanje funkcioniranja bolnikov niso ugotavljali (27).

## Preležanine

Zdravljenje preležanin je običajno dolgotrajno in povezano z velikimi stroški, hkrati pa le-te zelo zmanjšujejo kakovost življenja bolnikov in njihovih skrbnikov. Pojavnost preležanin v angleških bolnišnicah je od 5 do 32 %, med prebivalstvom na splošno pa od 4 do 7 % (28). Odstotek v bolnišnicah je presenetljivo in nedopustno visok.

Leta 2006 je Akbarijeva s sodelavci objavila pregled študij o učinkovitosti UZ pri zdravljenju preležanin (29). Ugotavljali so, ali UZ pospešuje celjenje preležanin in če ga, kateri para-

metri UZ so za zdravljenje najbolj učinkoviti. Pri pregledu so našli 3 študije, velikost vzorcev v le-teh je bila majhna. Dve študiji sta primerjali uporabo UZ (3 MHz) s placebom, ena pa UZ skupaj z ultravijoličnimi žarki in terapijo z laserjem ter standardno oskrbo ran.

V prvi študiji so primerjali uporabo UZ (3 MHz) in placeba, terapija je trajala 5 minut trikrat tedensko. V drugi so uporabljali UZ s frekvenco 3,28 MHz in s trajanjem pulza 2 milisekund, trikrat tedensko, 12 tednov. V tretji pa so primerjali terapijo z UZ in ultravijoličnimi žarki izmenično (5 dni v tednu) s terapijo z laserjem (820 nm) in s standardno oskrbo preležanin (dvakrat dnevno). Dokazov o učinkovitosti UZ pri zdravljenju preležanin ni bilo (30).

## Tendinopatije

Tendinopatije so vsa boleča stanja, ki so posledica okvare tetiv zaradi preobremenitev. Zadnje raziskave kažejo, da pri le-teh ne gre za vnetje, kljub temu pa zdravljenje vključuje počitek, nesteroidne antirevmatike in lokalno aplikacijo kortikosteroidov. Zdravljenje, usmerjeno v zmanjševanje vnetja, se je izkazalo za slabo učinkovito, saj gre pri tendopatijah v osnovi za posledice preobremenitev.

Leta 2008 (30) je Anders s sodelavci objavil pregled študij, v katerih so za zdravljenje tendopatij uporabljali: NSAR, terapevtsko vadbo, iontoforezo, UZ, frikcijsko masažo, terapijo z laserjem, injekcije kortikosteroidov, obliže z gliceril trinitratom, udarne valove, skleroterapijo ter zdravljenje z rastnimi faktorji in izvornimi celicami (30).

O zdravljenju z UZ so našli 8 študij, 3 so potrdile učinkovitost UZ pri zdravljenju lateralnega epikondilitisa in kalcificirajočega tendinitisa mišice supraspinatus – kontinuirana oblika UZ, petkrat tedensko, tri tedne (17, 24, 30).

## Akutni zvin gležnja

Van der Windtova je leta 2002 (31) objavila pregled študij o učinkovitosti UZ pri zdravljenju akutnih zvinov gležnja. Vključenih je bilo 5 študij, v katerih je sodelovalo 572 bolnikov, 4 so bile metodološko slabo zastavljene, ena je bila dobre kakovosti. Nobena od štirih s placebom kontroliranih študij 7 in 14 dni po zaključku terapije ni pokazala statistično pomembne razlike med uporabo UZ in placeba pri zmanjševanju bolečine in otekline ter izboljševanju obsega gibljivosti. Kakovost dokazov je bila nizka, učinkovitosti UZ pa niso dokazali (31).

## Možganski tumorji – kemoterapija

V zadnjem času intenzivno preiskujejo možnost akustično vodenega prenosa zdravil (pospeševanje prenosa zdravil

s pomočjo UZ), da bi povečali učinkovitost zdravljenja s kemoterapijo pri možganskih tumorjih (32).

Predvidevajo, da bi lahko UZ, apliciran na možgansko tkivo, pospešil tkivne matrike in povečal propustnost za zdravila, hkrati pa bi ga z radiacijskimi silami tudi mehanično potiskal. Zdravilo bi se tako širilo hitreje in dlje, kot samo z difuzijo.

Znanstveniki upajo, da bodo na ta način povečali učinkovitost kemoterapije in skrajšali čas, ki je potreben, da zdravilo prične delovati (32). Govorijo o akustično vodenem oz. usmerjenem prenosu zdravil v živčna tkiva. Za sedaj so te raziskave še v fazi laboratorijskih poskusov in vitro ter in vivo (33, 34).

## ZAKLJUČEK

Pri zdravljenju bolnikov z bolečino, mišično-kostnimi okvarami in poškodbami mehkih tkiv, v klinični praksi zelo pogosto uporabljajo terapevtski ultrazvok. Klinične izkušnje kažejo, da je zdravljenje z UZ učinkovito, vendar pa s številnimi opravljenimi študijami pozitivnega učinka še niso uspeli dokazati. S srednje in nizko kakovostnimi dokazi so potrdili, da je UZ učinkovit pri zdravljenju kalcificirajočega tendinitisa, pri pospeševanju celjenja zlomov in deloma pri lateralnem epikondilitisu ter sindromu zapestnega prehoda. Za zdravljenje kalcificirajočega tendinitisa so ga tudi uradno priporočili v ameriških smernicah. V zadnjem času si od UZ precej obetajo tudi pri zdravljenju malignih obolenj.

Pomanjkanje oziroma nizka kakovost dokazov o učinkovitosti UZ ne pomeni, da zdravljenje z UZ ni učinkovito. Bolniki, vključeni v posamezne študije, so imeli zelo raznolike težave, tako da učinkovitosti UZ ni bilo mogoče primerjati in pravilno oceniti. V nekaterih študijah so imeli poleg UZ še druge metode fizikalne terapije, tako da spet ni bilo mogoče natančno potrditi, katera terapija je bila dejansko učinkovita. Skupine preiskovancev so bile zelo heterogene, vzorci pa majhni in niso bili reprezentativni.

Za oceno učinkovitosti terapevtskega UZ bo vsekakor treba narediti nadaljnje raziskave, ki bodo morale biti metodološko dobro zastavljene, s čim bolj homogenimi skupinami preiskovancev in dovolj velikimi vzorci, ki bodo statistično reprezentativni, sicer bi se ob sedanjih dokazih lahko strinjali s sklepom van der Heijda, da fizikalne metode vključno z UZ, pri zdravljenju mišično-kostnih težav in poškodb mehkih tkiv niso učinkovite.

Vzpodbudne klinične izkušnje, predvsem pa želja po tem, da bi vedeli in dokazali, nam bodo pomagale, da UZ postavimo na mesto, ki mu pripada.

## Literatura:

1. Erdogan O, Esen E. Biological aspects and clinical importance of ultrasound therapy in bone healing. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 765-76.
2. Ebenbichler G. Evidenzbasierte Medizin und Ultraschalltherapie des Skeletts. *Z Rheumatol* 2009; 68: 543-8.
3. Mihelčič B. Uporaba ultrazvoka v fizikalni terapiji. In: Štefančič M, ur. *Osnove fizikalne medicine in rehabilitacije gibalnega sistema*. Ljubljana: DZS, 2003: 135-41.
4. Low J, Reed A. *Electrotherapy explained: principles and practise*. 3rd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2000: 172-211.
5. Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part I: effectiveness of nonsurgical treatments – a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 981-1004.
6. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE, Bertolini C, Tonali P, Maggi L, et al. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil* 2007; 21(4): 299-314.
7. Brosseau L, Casimiro L, Robinson V, Milne S, Shea B, Judd M, et al. Therapeutic ultrasound for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (4): CD003375.
8. Xavier L, Griffin MA, Costello I, Costa ML. The role of low intensity pulsed ultrasound therapy in the management of acute fractures: a systematic review. *J Trauma* 2008; 65: 1446-52.
9. Khan J, Laurencin CT. Fracture repair with ultrasound: clinical and cell-based evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 138-44.
10. Busse JW, Morton E, Lacchetti C, Guyatt GH, Bhandari M. Current management of tibial shaft fractures: a survey of 450 Canadian orthopedic trauma surgeons. *Acta Orthop* 2008; 79: 689-94.
11. Busse JW, Kaur J, Mollon B, Bhandari M, Tornetta P, Schunemann HJ, Guyatt GH. Low intensity pulsed ultrasonography for fractures: systematic review of randomised controlled trials. *BMJ* 2009; 338: b351. doi:10.1136/bmj.b351.
12. Mayr E, Frankel V, Ruter A. Ultrasound: an alternative healing method for nonunions? *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120: 1-8.
13. Nolte PA, van der Krans A, Patka P, Janssen IM, Ryaby JP, Albers GH. Low-intensity pulsed ultrasound in the treatment of nonunions. *J Trauma* 2001; 51: 693-702.
14. Rutjes AWS, Nuesch E, Sterchi R, Juni P. Therapeutic ultrasound for osteoarthritis of the knee or hip. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; (1): CD003132.
15. Huang MH, Lin YS, Lee CL, Yang RC. Use of ultrasound to increase effectiveness of isokinetic exercises for knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(6): 1545-51.
16. Casimiro L, Brosseau L, Welch V, Milne S, Judd M, Wells GA, et al. Therapeutic ultrasound for the treatment of rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (3): CD003787.
17. Binder A, Hodge G, Greenwood AM, Hazleman BL, Page Thomas DP. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1985; 290(6467): 512-4.
18. Lundeberg T, Abrahamsson P, Haker E. A comparative study of continuous ultrasound, placebo ultrasound and rest in epicondylalgia. *Scand J Rehabil Med* 1988; 20: 99-101.
19. Haker E, Lundeberg T. Pulsed ultrasound treatment in lateral epicondylalgia. *Scand J Rehabil Med* 1991; 23: 115-8.
20. D'Vaz AP, Ostor AJK, Speed CA, Jenner JR, Bradley M, Prevost AT, et al. Pulsed low-intensity ultrasound therapy for chronic lateral epicondylitis: a randomized controlled trial. *Rheumatology* 2006; 45: 566-70.
21. Alexander LD, Gilman DRD, Brown DR, Brown J, Houghton PE. Exposure to low amounts of ultrasound energy does not improve soft tissue shoulder pathology: a systematic review. *Phys Ther* 2010; 90: 14-25.
22. Green S, Buchbinder R, Hetrick S. Physiotherapy interventions for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; (2): CD004258.
23. Brosseau L, Tugwell P, Wells GA, Robinson VA, Graham ID, Shea BJ, et al. Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for shoulder pain (with systematic review). *Phys Ther* 2001; 81(10): 1719-30.
24. Ebenbichler GR, Erdogmus CB, Resch KL, Funovics MA, Kainberger F, Barisani G et al. Ultrasound therapy for calcific tendinitis of the shoulder. *N Engl J Med* 1999; 340(20): 1533-8.



25. Michener LA, Walsworth MK, Burnet EN. Effectiveness of rehabilitation for patients with subacromial impingement syndrome: a systematic review. *J Hand Ther* 2004; 17(2): 152-64.
26. Johansson KM, Adolfsson LE, Foldevi MO. Effects of acupuncture versus ultrasound in patients with impingement syndrome: randomized clinical trial. *Phys Ther* 2005; 85(6): 490-501.
27. Ainsworth R, Dziedzic K, Hiller L, Daniels J, Bruton A, Brodfield J. A prospective double blind placebo-controlled randomized trial of ultrasound in the physiotherapy treatment of shoulder pain. *Rheumatology* 2007; 46(5): 815-20.
28. Kaltenthaler E, Whitfield MD, Walters SJ, Akehurst RL, Paisley S. UK, USA and Canada: how do their pressure ulcer prevalence and incidence data compare? *J Wound Care* 2001; 10(1): 530-5.
29. Akbari SA, Flemming K, Cullum NA, Wollina U. Therapeutic ultrasound for pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; (3): CD 001275.
30. Anders BM, Murrell GAC. Treatment of tendinopathy: what works, what does not, and what is on the horizon. *Clin Orthop Relat Res* 2008; (466): 1539-54.
31. Van der Windt DA, van der Heijden GJ, van den Berg SG, Ter Riet G, de Winter AF, Bouter LM. Ultrasound therapy for acute ankle sprains. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (1): CD001250.
32. <http://en.wikipedia.org/wiki/Therapeuticultrasound>.
33. <http://www.acoustics.org/press/154th/lewis.html>.
34. Lewis GK, Olbricht WL, Lewis G. Acoustically enhanced Evans blue dye perfusion in neurological tissues. *Proceedings of meetings on acoustics* 2008; Vol 2.