

Tjaša Tomažin<sup>1</sup>, Vladka Salapura<sup>2</sup>, Gregor Omejec<sup>3</sup>, Žiga Snoj<sup>4</sup>

# Ultrazvočno vodena minimalno invazivna sprostitev zapestnega prehoda

## *Ultrasound-guided Minimally Invasive Carpal Tunnel Release*

### IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: sindrom zapestnega prehoda, operativno zdravljenje, ultrazvočni nadzor, minimalno invazivna tehnika

Utesnitev medianega živca v zapestnem prehodu je najpogostejša utesnitvena nevropatija. Klinično se kaže kot sindrom zapestnega prehoda, za katerega je značilno mravljinčenje v palcu, kazalcu, sredincu in radialni polovici prstanca, ki je izrazitejše ponoči ali zjutraj. Diagnozo postavimo klinično, potrdimo pa jo z nevrofiziološko ali ultrazvočno preiskavo. V subakutni fazi bolezni ali primeru blage stopnje bolezni je priporočljivo konzervativno zdravljenje z opornico za zapestje. Ob vztrajajočih simptomih ali njihovem poslabšanju je potrebno lokalno zdravljenje s kortikosteroidi ali s sprostitvijo zapestnega prehoda. Obstaja več tehnik sprostitve zapestnega prehoda. Ultrazvočno vodena minimalno invazivna tehnika sprostitve zapestnega prehoda nudi več prednosti v primerjavi z ostalimi, kot so predvsem varnost zaradi stalnega nadzora, kratek čas trajanja ambulantnega posega, uporaba lokalne anestezije, majhna vstopna rana in odsotnost šivov ter hitro okrevanje brez potrebe po imobilizaciji ali fizioterapiji. Operativni zapleti so izjemno redki, ohranjena pa je možnost revizije. Glede na do sedaj objavljene raziskave je ultrazvočno vodena minimalno invazivna tehnika sprostitve zapestnega prehoda uspešna, njena široka uporaba pa bi lahko znižala možnost pooperativnih zapletov, skrajšala čas okrevanja bolnikov in tako zmanjšala skupne stroške zdravljenja.

### ABSTRACT

KEY WORDS: carpal tunnel syndrome, operative treatment, ultrasound guidance, minimally invasive procedures

Carpal tunnel syndrome is the most common compression mononeuropathy. It presents with a set of symptoms that include pain, tingling, numbness and weakness of the hand in the distribution of the median nerve that typically worsen during the night or in the

<sup>1</sup> Tjaša Tomažin, dr. med., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana; tomazin.tjasaa@gmail.com

<sup>2</sup> Izr. prof. dr. Vladka Salapura, dr. med., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana; Katedra za radiologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> Doc. dr. Gregor Omejec, dipl. fiziot., Klinični inštitut za nevrofiziologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana; Katedra za radiologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

<sup>4</sup> Doc. dr. Žiga Snoj, dr. med., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana; Katedra za radiologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

morning. The diagnosis of carpal tunnel syndrome is usually clinical and can be confirmed with nerve conduction studies or the ultrasound exam. In subacute stages and mild symptoms, conservative treatment with splinting is recommended. In case of prolongation and severe symptoms, corticosteroids or surgical release are recommended. Different techniques of surgical release are available, among which ultrasound guided minimally invasive release appears to be the most appealing. Safety due to continuous supervision, a short-lasting outpatient procedure, local anesthesia, a small incision wound and fast recovery without need for immobilization or physiotherapy are some of the main advantages of the procedure. Complication rate is low and revision is possible. The ultrasound guided minimally invasive method has already been proven as a successful and safe treatment option, with low rates of postoperative complications, short period of rehabilitation and overall lower treatment expenses.

## UVOD

Sindrom zapestnega prehoda (SZP) je najpogostejša utesnitvena mononevropatija in najpogostejša okvara medianega živca (MŽ), ki prizadene predvsem odrasle z incidenco 3–4% in prevalenco 13% (1). Ocenjujejo, da je v Sloveniji prizadetih najmanj 60.000 ljudi (2). SZP predstavlja v sodobni družbi veliko socialno in ekonomsko težavo, saj je povezan z zmanjšano delovno učinkovitostjo, visokimi stroški zdravljenja, relativno dolgo rehabilitacijo ter pogosto odsotnostjo z delovnega mesta. Stroški kirurškega zdravljenja SZP so v ZDA ocenjeni na dve milijardi dolarjev letno, izguba dohodka na bolnika s SZP pa znaša med 45.000–89.000 dolarjev v šestih letih (3).

Zapestni prehod je neprožen, polkrožno oblikovan kanal, ki ga z dorzolateralne strani omejujejo zapestne koščice, palmarno pa ga pokriva prečni karpalni ligament (PKL). Skozenj potekajo MŽ in tetive upogibalk prstov (4, 5). Patofiziološki mehanizem nastanka SZP je utesnitev MŽ pod PKL. Ponavljajoči se gibi zapestja in dlani vodijo v zadebelitev ovojnic kit upogibalk prstov ter sklepne ovojnice in s tem povečanje tlaka znotraj zapestnega prehoda (4, 5). Značilni simptomi so bolečina v zapestju in dlani, mravljinčenje prvih štirih prstov roke in padanje predmetov iz rok. Simptomi se navadno poslabšajo ponoči in proti jutru.

Klinični pregled običajno razkrije motnjo senzibilitete v področju inervacije MŽ, atrofija tenarja in slabša mišična moč abdukcije palca pa sta prisotni le v napredovali fazi bolezni. V 55–65% primerov je prizadetost obojestranska (6). Osnovni principi zdravljenja SZP vključujejo fizioterapijo, nošenje opornice za zapestje in prste, zdravljenje z oralnimi kortikosteroidi, lokalne injekcije kortikosteroidov in kirurško zdravljenje s sprostivjo zapestnega prehoda (7). Namen prispevka je predstaviti klinično obravnavo bolnika s SZP ob napotitvi na UZ-vodeno minimalno invazivno sprostitev zapestnega prehoda.

## KLINIČNA OBRAVNAVA BOLNIKA S SINDROMOM ZAPESTNEGA PREHODA

Klinično diagnozo SZP postavimo ob pojavu tipičnih simptomov in znakov. Potrdimo jo z meritvami prevajanja, ki pa so lahko lažno negativne in slabo korelirajo s stopnjo klinične prizadetosti in izidom zdravljenja (8). Ker spremembe v strukturi in biomehaniki MŽ ter okolnih tetiv korelirajo s klinično stopnjo SZP, postaja UZ-preiskava pomembno orodje za potrditev kliničnega suma (9). UZ postaja vse bolj priljubljen, saj je za razliko od nevrofizioloških preiskav manj boleč in neprijeten. Je tudi nizkocenovna slikovna tehnika, ki omogoča

ča oceno struktur v zapestnem prehodu kot celoti in lahko prikaže tudi bolezenske spremembe okolnih mehkih tkiv (9–11). Občutljivost pri postavitvi diagnoze SZP je ob uporabi UZ in nevrofizioloških preiskav 70–71 %, specifičnost pa 80–84 % (11).

Odločitev o vrsti zdravljenja temelji na trajanju in resnosti simptomov. V subakutni fazi bolezni ali v primeru bolezni blage stopnje je priporočljivo konzervativno zdravljenje z uporabo opornice za zapestje in prste. Ob vztrajajočih simptomih ali njihovem poslabšanju je potrebno lokalno zdravljenje s kortikosteroidi ali operativno zdravljenje s sprostitvijo zapestnega prehoda (12). Slednje lahko dosežemo z odprto, endoskopsko ali UZ-vodeno minimalno invazivno tehniko (13). Uveljavljeno nadomestno zdravljenje s sprostitve zapestnega prehoda je lokalna uporaba kortikosteroidov, predvsem pri bolnikih s SZP blage in zmerne stopnje. Kljub zdravljenju s kortikosteroidi trije od štirih bolnikov v roku enega leta od začetka zdravljenja potrebujejo še kirurško zdravljenje (14, 15). Kortikosteroidi imajo številne neželene stranske učinke, kot so s kristali povzročeni sinovitis, pretrganje tetiv, degeneracija aksonov in mielina, atrofija mehkih tkiv, tanjšanje kože, bolečina na mestu vboda in navali vročine (16). Posledično se v klinično prakso uvajajo še druge učinkovine, med katerimi dobre srednjeročne rezultate kaže injekcijsko zdravljenje z dekstrozo (17).

Za zlati standard zdravljenja SZP srednje do hude stopnje ali na konzervativno zdravljenje odporne bolezni velja odprta operativna tehnika (12, 15–17). Za ta tip operativnega zdravljenja so značilni vstopna rana velikosti 60–80 mm, dolg čas okrevanja (25–45 dni) in pojavljanje zapletov v 1 % primerov. Posledično je bila uvedena endoskopska operativna tehnika s krajšo vstopno rano velikosti 10 mm, krajšim časom okrevanja, toda s podobnim končnim izidom zdravljenja in primerljivo potrebo po ponovnem zdravljenju (18–20). Tehnična zahtev-

nost, slaba preglednost s posledično večjo možnostjo za poškodbo MŽ in visoka cena opreme so glavni razlogi za postopno opuščanje uporabe endoskopske operativne tehnike (21–23). Z namenom izboljšanja rezultatov operativnega zdravljenja je bilo vpeljanih več različic UZ-vodene minimalno invazivne tehnike zdravljenja SZP, ki s časom okrevanja 1–4 dni ter vstopno rano velikosti 2–5 mm prinašajo zelo dobre rezultate (18, 21).

### **RAZVOJ MINIMALNO INVAZIVNIH TEHNIK ZDRAVLJENJA ZAPESTNEGA PREHODA**

UZ-vodena minimalno invazivna sprostitve zapestnega prehoda je bila prvič opisana že leta 1997, ko je bila izvedena v kombinaciji z odprto operativno tehniko, saj takratna ločljivost UZ-slik še ni omogočala prikaza živcev in PKL (24). Z namenom lažje in hitreje izvedbe minimalno invazivne sprostitve zapestnega prehoda so bile razvite različne naprave (MANOS device™, SX One MicroKnife™ in Carp X™), ki pa se zaradi visoke cene in zahtevnega rokovanja niso uveljavile v klinični praksi (19, 21, 25). Z vidika lažjega upravljanja je več obetala tehnika z ovijanjem kovinske zanke okoli PKL, ki pa prav tako ni dosegla prvotno pričakovane sprejetosti med operaterji (25). Leta 2014 in 2015 so Chern in sodelavci prvi opisali UZ-vodeno minimalno invazivno sprostitve zapestnega prehoda z uporabo kljukastega noža, katere uspešnost pa je bila zaradi takrat še slabe ločljivosti UZ-aparatur omejena z izkušnostjo operaterja (26, 27). Omenjena tehnika je kasneje ob sočasnem napredku tehnologije, razvoju UZ-sond visoke ločljivosti (vsaj 18 MHz) in nadgradnji posega s strani mišično-skeletnih radiologov prerasla v varen poseg z odličnimi rezultati. Leta 2021 jo je dokončno optimizirala ekipa z Medicinske fakultete v Innsbrucku in temelji na vstavitvi kani- le s topo konic, ki pomaga razširiti zapestni prehod, služi kot vodilo za vstavev

kljukastega noža, deluje kot varovalna pregrada med občutljivimi strukturami in rezilom ter omogoča jasno označitev distalnega dela zapestnega prehoda (povrhni palmarni lok) (28).

Prednosti omenjenega pristopa so številne in obsegajo kratek čas trajanja ambulantnega posega, lokalno anestezijo, majhno vstopno rano, odsotnost šivov in manjše brazgotinjenje ter kratek čas okrevanja brez potrebe po imobilizaciji ali fizioterapevtski obravnavi. Omenjeno bolniku omogoči takojšnjo uporabo roke, močno skrajša čas okrevanja, omogoči hitrejšo vrnitev v vsakdanje aktivnosti in na delovno mesto ter tako občutno zmanjša stroške zdravljenja (13, 19). Pojavljanje zapletov je za razliko od odprte operativne tehnike, kjer se zapleti pojavijo v 1 % posegov, redkejše (19). UZ-vodena minimalno invazivna tehnika predstavlja tudi dobro možnost ponovitve posega v primeru slabšega izida zdravljenja z odprto operativno tehniko, saj se ponovne operacije s klasično tehniko zaradi brazgotinjenja neradi poslužujemo v klinični praksi (29).

## **POTEK ULTRAZVOČNO VODENE MINIMALNO INVAZIVNE SPROSTITVE ZAPESTNEGA PREHODA**

### **Predoperativni ultrazvočni pregled ter kontraindikacije**

Pred posegom opravimo natančen pregled zapestja z UZ-sondo visoke ločljivosti, ki nam omogoča natančen prikaz anatomskih struktur in odnosov med njimi (slika 1). Prikažemo si t. i. Nakamichijev prostor oz. varno področje, ki se nahaja med MŽ in ulnarne arterije, MŽ ter potek njegove palmarne kožne in motorične veje za tenar (13, 30). Pozorni smo tudi na potek palmarnega žilnega loka v dlani in na prisotnost morebitnih anastomoz (31). UZ-pregled zaključimo z meritvijo ploščine prečnega preseka MŽ v zapestju in 15 cm proksimalno na podlahti.

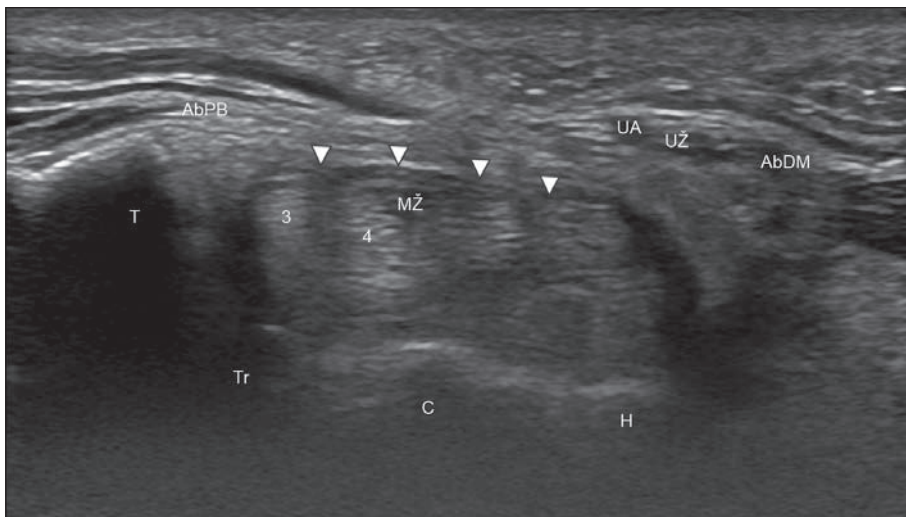
Anatomske kontraindikacije, ugotovljene s predoperativnim UZ-pregledom s sondo visoke ločljivosti, zajemajo naslednje nenormalnosti (19, 31):

- V redkih primerih palmarna kožna veja MŽ ali motorična veja za tenar prečka oz. poteka skozi PKL. Najdba predstavlja absolutno kontraindikacijo za izvedbo posega. Dodatno žilje v področju prerezanja (proksimalno ležeč palmarni lok, anomalne podkožne vene). Najdba predstavlja absolutno kontraindikacijo za izvedbo posega.
- Prisotnost Riche-Cannieujeve ali Berrettinijeve anastomoze. Obe anastomozi sta načeloma distalno od palmarnega loka in tako izven možnosti poškodbe, zato najdba predstavlja relativno kontraindikacijo za izvedbo posega.

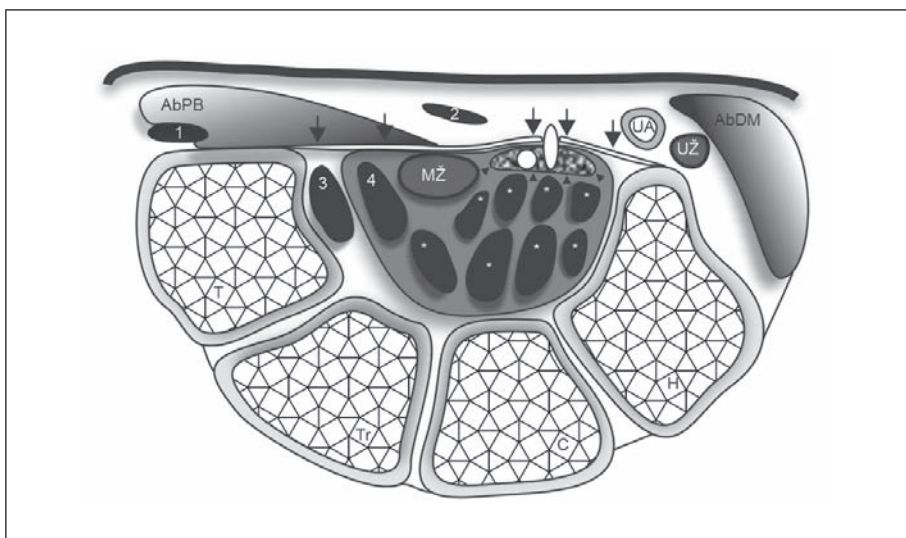
### **Opis ultrazvočno vodene minimalno invazivne sprostivne zapestnega prehoda**

Bolnika namestimo leže na hrbtu z roko v 90° abdukcije v ramenskem sklepu, ekstenziji komolca in supinaciji podlahti. Ključna mesta podpremo z mehкими blazinami. S pritrditvenimi trakovi pričvrstimo podlaht in prste v ekstenziji. V aseptičnih pogojih (kirurška maska, sterilne rokavice in plašč) očistimo bolnikovo roko in jo pokrijemo s sterilnim pokrivalom. S pomočjo UZ-aparata v sterilni prevleki identificiramo MŽ, ulnarne arterije in povrhni palmarni lok (28).

Postopek sprostivne zapestnega prehoda poteka v skladu s tehniko, ki so jo opisali Loizides in sodelavci (28). Ta temelji na sočasni uporabi kanile s topo konico in kljukastega noža, ki ju preko incizije na proksimalnem delu zapestja skozi Nakamichijev prostor uvedemo pod UZ-nadzorom (slika 2). Uspešnost posega lahko potrdimo z UZ-prikazom prehajanja kanile s topo konico čez PKL (vzdolžni pogled) in vizualizacijo prerezanega PKL (prečni pogled).



**Slika 1.** UZ-prikaz zapretnega prehoda. AbPB – kratka odmikalka palca (lat. *m. abductor pollicis brevis*), bele glave puščic – prečni karpalni ligament (PKL), MŽ – mediani živec, UA – ulnarna arterija, UŽ – ulnarni živec, AbDM – odmikalka mezinca (lat. *m. abductor digiti minimi*), 3 – tetiva radialne upogibalke zapestja (lat. *m. flexor carpi radialis*), 4 – tetiva dolge upogibalke palca (lat. *m. flexor pollicis longus*), T – velika mnogovogelnica (lat. *os trapezium*), Tr – mala mnogovogelnica (lat. *os trapezoideum*), C – glavatica (lat. *os capitatum*), H – kaveljnica (lat. *os hamatum*).



**Slika 2.** Skica prečnega prikaza prerezanja prečnega karpalnega ligamenta (črne puščice) s kljukastim nožem (bela elipsa) ob sočasni uporabi kanile s topo konico (bel krog), ki potekata skozi Nakamichijev prostor (črne glave puščic). AbPB – kratka odmikalka palca (lat. *m. abductor pollicis brevis*), MŽ – mediani živec, UA – ulnarna arterija, UŽ – ulnarni živec, AbDM – odmikalka mezinca (lat. *m. abductor digiti minimi*); 1 – tetiva dolge odmikalka palca (lat. *m. abductor pollicis longus*), 2 – tetiva dolge dlanske mišice (lat. *m. palmaris longus*), 3 – tetiva radialne upogibalke zapestja (lat. *m. flexor carpi radialis*), 4 – tetiva dolge upogibalke palca (lat. *m. flexor pollicis longus*), \* – tetive povrhnjih in globokih upogibalke, T – velika mnogovogelnica (lat. *os trapezium*), Tr – mala mnogovogelnica (lat. *os trapezoideum*), C – glavatica (lat. *os capitatum*), H – kaveljnica (lat. *os hamatum*).

## Dosedanji rezultati zdravljenja

Raziskave s sledenjem bolnikov do dveh let poročajo o dobrih rezultatih (32, 33). Po tem času se je 93 % bolnikov opredelilo, da so zadovoljni ali zelo zadovoljni z dolgoročnim izidom zdravljenja. Pri 98 % je prišlo do izboljšanja simptomov glede na oceno po bostonskem vprašalniku (21). Predhodna raziskava je pokazala, da najboljši klinični rezultati niso doseženi takoj po posegu, ampak je opazen trend postopnega izboljševanja simptomov, ki traja tudi dve leti po posegu (33). To ne velja za oceno funkcionalnega statusa roke, kjer je največje izboljšanje doseženo že 3–6 mesecev po posegu (33).

V raziskavi, ki je primerjala rezultate odprtega pristopa in UZ-vodene minimalno invazivne tehnike, rezultati niso pokazali pomembnih razlik v zmanjšanju simptomov glede na bostonski vprašalnik, so pa bolniki po UZ-vodenem minimalno invazivnem zdravljenju poročali o boljšem funkcionalnem statusu roke in zmanjšanju bolečin (34).

## ZAKLJUČEK

Utesnitev MŽ v zapestnem prehodu je najpogostejša utesnitvena nevropatija in prispeva pomemben delež k odsotnosti od dela in povečanim stroškom zdravljenja. Zdravljenje je konzervativno, vendar je to pogostokrat neuspešno in se bolnikom svetuje operativni poseg sprostivne zapestnega prehoda. To lahko opravimo z odprto in endoskopsko operativno tehniko ter UZ-vodenim minimalno invazivnim posegom. Slednji ponuja številne prednosti, kot so stalen UZ-nadzor, majhna možnost zapletov, majhna vstopna rana, ki ne potrebuje šivanja in povzroča zgolj minimalno brazgotinjenje. Pridobitev za bolnika je hiter čas okrevanja in vrnitev na delovno mesto. Prednosti bistveno znižajo tudi stroške zdravljenja. Po do sedaj znanih podatkih je z izboljšanjem stanja dve leti po posegu zadovoljnih več kot 90 % vseh bolnikov.

## LITERATURA

1. Atroshi I, Englund M, Turkiewicz A, et al. Incidence of physician-diagnosed carpal tunnel syndrome in the general population. *Arch Intern Med.* 2011; 171 (10): 943–4.
2. Bilban M. Sindrom karpalnega kanala. Delo in varnost. 2011; 56 (2): 38–51.
3. Foley M, Silverstein B, Polissar N. The economic burden of carpal tunnel syndrome: Long-term earnings of CTS claimants in Washington State. *Am J Ind Med.* 2007; 50 (3): 155–72.
4. Katz JN, Simmons BP. Clinical practice. Carpal tunnel syndrome. *N Engl J Med.* 2002; 346 (23): 1807–12.
5. Podnar S. Predlog priporočil za obravnavo bolnikov s sindromom zapestnega prehoda v Sloveniji. *Zdrav vestn.* 2008; 77 (2): 103–9.
6. Bland JD, Rudolfer SM. Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991–2001. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003; 74 (12): 1674–9.
7. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE, et al. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil.* 2007; 21 (4): 299–314.
8. Aseem F, Williams JW, Walker FO, et al. Neuromuscular ultrasound in patients with carpal tunnel syndrome and normal nerve conduction studies. *Muscle Nerve.* 2017; 55 (6): 913–5.
9. Park GY, Kwon DR, Seok JI. Usefulness of ultrasound assessment of median nerve mobility in carpal tunnel syndrome. *Acta Radiol.* 2018; 59 (12): 1494–9.
10. Kuo TT, Lee MR, Liao YY, et al. Assessment of median nerve mobility by ultrasound dynamic imaging for diagnosing carpal tunnel syndrome. *PLoS One.* 2016; 11 (1): e0147051.
11. Filius A, Scheltens M, Bosch HG, et al. Multidimensional ultrasound imaging of the wrist: Changes of shape and displacement of the median nerve and tendons in carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res.* 2015; 33 (9): 1332–40.
12. Verdugo RJ, Salinas RA, Castillo JL, et al. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 2008 (4): CD001552.
13. Petrover D, Richette P. Treatment of carpal tunnel syndrome: From ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release. *Joint Bone Spine.* 2018; 85 (5): 545–52.
14. Ly-Pen D, Andréu JL, de Blas G. Surgical decompression versus local steroid injection in carpal tunnel syndrome: A one-year, prospective, randomized, open, controlled clinical trial. *Arthritis Rheum.* 2005; 52 (2): 612–9.
15. Andreu JL, Ly-Pen D, Millán I, et al. Local injection versus surgery in carpal tunnel syndrome: Neurophysiologic outcomes of a randomized clinical trial. *Clin Neurophysiol.* 2014; 125 (7): 1479–84.
16. Marshall S, Tardif G, Ashworth N. Local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; (2): CD001554.
17. Wu YT, Ke MJ, Ho TY, et al. Randomized double-blinded clinical trial of 5% dextrose versus triamcinolone injection for carpal tunnel syndrome patients. *Ann Neurol.* 2018; 84 (4): 601–10.
18. McShane JM, Slaff S, Gold JE, et al. Sonographically guided percutaneous needle release of the carpal tunnel for treatment of carpal tunnel syndrome: Preliminary report. *J Ultrasound Med.* 2012; 31 (9): 1341–9.
19. Petrover D, Silvera J, De Baere T, et al. Percutaneous ultrasound-guided carpal tunnel release: Study upon clinical efficacy and safety. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017; 40 (4): 568–75.
20. Markison RE. Percutaneous ultrasound-guided MANOS carpal tunnel release technique. *Hand (N Y).* 2013; 8 (4): 445–9.
21. Kamel SI, Freid B, Pomeranz C, et al. Minimally invasive ultrasound-guided carpal tunnel release improves long-term clinical outcomes in carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol.* 2021; 217 (2): 460–8.
22. Sayegh ET, Strauch RJ. Open versus endoscopic carpal tunnel release: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Orthop Relat Res.* 2015; 473 (3): 1120–32.
23. Vasilidis HS, Georgoulas P, Shrier I, et al. Endoscopic release for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; (1): CD008265.
24. Nakamichi K, Tachibana S. Ultrasonographically assisted carpal tunnel release. *J Hand Surg Am.* 1997; 22 (5): 853–62.
25. McCool R, Gould IM, Eales J, et al. Systematic review and network meta-analysis of tedizolid for the treatment of acute bacterial skin and skin structure infections caused by MRSA. *BMC Infect Dis.* 2017; 17 (1): 39.
26. Chern TC, Wu KC, Huang LW, et al. A cadaveric and preliminary clinical study of ultrasonographically assisted percutaneous carpal tunnel release. *Ultrasound Med Biol.* 2014; 40 (8): 1819–26.
27. Chern TC, Kuo LC, Shao CJ, et al. Ultrasonographically guided percutaneous carpal tunnel release: Early clinical experiences and outcomes. *Arthroscopy.* 2015; 31 (12): 2400–10.

28. Loizides A, Honold S, Skalla-Oberherber E, et al. Ultrasound-guided minimal invasive carpal tunnel release: An optimized algorithm. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021; 44 (6): 976–81.
29. Jones NF, Ahn HC, Eo S. Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release. *Plast Reconstr Surg*. 2012; 129 (3): 683–92.
30. Nakamichi K, Tachibana S, Yamamoto S, et al. Percutaneous carpal tunnel release compared with mini-open release using ultrasonographic guidance for both techniques. *J Hand Surg Am*. 2010; 35 (3): 437–45.
31. Smith JL, Siddiqui SA, Ebraheim NA. Comprehensive summary of anastomoses between the median and ulnar nerves in the forearm and hand. *J Hand Microsurg*. 2019; 11 (1): 1–5.
32. Leiby BM, Beckman JP, Joseph AE. Long-term clinical results of carpal tunnel release using ultrasound guidance. *Hand (N Y)*. 2021; 1558944720988080.
33. Wang PH, Li CL, Shao CJ. Ultrasound-guided percutaneous carpal tunnel release in patients on hemodialysis: Early experiences and clinical outcomes. *Ther Clin Risk Manag*. 2019; 15: 711–7.
34. de la Fuente J, Aramendi JF, Ibañez JM, et al. Minimally invasive ultrasound-guided vs open release for carpal tunnel syndrome in working population: A randomized controlled trial. *J Clin Ultrasound*. 2021; 49 (7): 693–703.

Prispelo 15. 12. 2021