

# Sindrom karpalnog kanala

---

Lažeta, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:105:368147>

Rights / Prava: [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-06**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine](#)  
[Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Luka Lažeta**

**Sindrom karpalnog kanala**

**Diplomski rad**



**Zagreb, 2021.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za neurologiju KBC-a Zagreb, pod vodstvom prof.dr.sc. Ervine Bilić i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

## SADRŽAJ

Safletak .....	
Summary .....	
1. UVOD .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	1
1.3. Sadrflaj i struktura rada .....	1
2. ANATOMIJA PLEKSUSA BRACHIALISA TE ANATOMIJA I ANATOMSKI ODNOSI N. MEDIANUSA.....	3
2.1. Plexus brachialis.....	3
2.2 Anatomija i anatomski odnosi n. medianusa .....	3
3. FOKALNE NEUROPATIJE N.MEDIANUSA OD RAMENA DO <sup>TM</sup> AKE .....	4
3.1. AIN sindrom .....	4
3.2. Pronator sindrom.....	5
3.3 Sindrom suprakondilarnog nastavka .....	5
4. ANATOMIJA I ANATOMSKI ODNOSI KARPALNOG TUNELA .....	6
5. KLINIKA SLIKA SINDROMA KARPALNOG TUNELA.....	10
1.1 Rani simptomi .....	10
1.2 Kasni simptomi .....	10
6. ETIOLOGIJA I IMBENICI RIZIKA ZA RAZVOJ SINDROMA KARPALNOG TUNELA .....	12
6.1. Etiologija.....	12
6.2. imbenici rizika .....	13
7. SINDROM KARPALNOG TUNELA U SUSTAVNIM BOLESTIMA .....	15
8. DIJAGNOSTIKA FOKALNIH OT <sup>TE</sup> ENJA N.MEDIANUSA U KARPALNOM TUNELU .....	17
8.1. Anamneza i fizikalni pregled .....	17

8.2. Elektromioneurografija (EMNG).....	18
8.3. Slikovne metode.....	20
9. LIJE ENJE SINDROMA KARPALNOG TUNELA.....	22
9.1 Konzervativna terapija.....	23
9.2 Invazivna terapija .....	25
10. ZAKLJU AK.....	27
ZAHVALA .....	28
LITERATURA.....	29
POPIS ILUSTRACIJA .....	36
fiIVOTOPIS .....	37

## **Sažetak**

### **Sindrom karpalnog kanala**

**Luka Lažeta**

Sindrom karpalnog kanala (ili tunela) vrlo je esto stanje koje poga a uglavnom flensku populaciju u dobi izme u 30 i 50 godina. U po etku pacijenti osje aju utrnulost, trnce i slabost -ake. Ako se u ovoj fazi ne lije i, moglo postati veliki izvor boli, nelagode i dovesti do trajnoga neurolo-koga o-te enja. Uzrok ove bolesti je kompresija n. medianusa. Neki su slu ajevi povezani s ponavljanim pokretima fleksije i ekstenzije u zglobu zape- a koji se nufno izvode u odre enim profesijama, ali ve ina ih je idiopatska. Napredovanjem tehnologije i farmakologije dolaze i novi na ini lije enja ove bolesti. Cilj je ovog rada prufliti strukturirani pregled ove bolesti, kao i pregled dijagnosti kih i metoda lije enja utemeljenih na dokazima koje mogu pomo i pri prevenciji, izlje enju ili ublaflavanju boli uzrokovane sindromom karpalnog kanala.

Klju ne rije i: sindrom karpalnog kanala, flene, kompresija, n.medianus

## **Summary**

### **Carpal tunnel syndrome**

**Luka Lažeta**

Carpal tunnel syndrome is a very common condition that affects mostly female patients between the ages of 30 and 50 years old. In the beginning, patients feel numbness, tingling and weakness of the hand. If left untreated at this stage, it can become a great source of pain, discomfort and lead to permanent nerve damage. The cause of this illness is the compression of the median nerve. Some cases are associated with repeated movements of flexion and extension in the wrist joint that are necessarily executed in certain professions, but most of them are idiopathic. With the advancement in technology and pharmaceutics new ways of handling this disease are developing. The aim of this thesis is to provide a structured overview of this disease, as well as an overview of evidence-based diagnostic and treatment methods that can help in preventing, curing, or alleviating the pain caused by carpal tunnel syndrome.

Key words: carpal tunnel syndrome, female, compression, median nerve

## **1. UVOD**

### **1.1. Predmet i cilj rada**

U ovom radu se obra uje tema sindroma karpalnog kanala (ili tunela, kako smo ga naj e– e u dalnjem tekstu nazivati), koji je naj e– a mononeuropatija u ljudi, pregledom starije i nove literature koja se odnosi na ovaj sindrom. On sa injava ak 90% svih sindroma u kojima postoji kompresija flivaca. Godine 1854. Sir James Paget prvi je opisao kompresiju n. medianusa na zape– u u dva slu aja. Prvi je nastao zbog ozljede gdje se flica omotala oko ovjekova zape– a, a drugi je posljedica frakture distalnog radijusa. Za prvi slu aj Paget je izvr–io amputaciju –ake. Za drugi slu aj je preporu io udlagu za zglob - tretman koji se koristi i danas. ini se da su povezanost patologije karpalnog ligamenta i kompresije medijalnog flivca prvi primijetili Pierre Marie i Charles Foix 1913. godine. Opisali su rezultate obdukcije umrlog 80-godi–njaka s obostranim sindromom karpalnog kanala. Sugerirali su da bi u takvim slu ajevima rezanje retinaculum flexorum bilo adekvatno lije enje. Operacija za ovo stanje u po etku je ukljuivala uklanjanje vratnih rebara unato predloflenom lije enju Marie i Foix. Sir James Learmonth iznio je 1933. metodu dekompenzacije flivca na zape– u. ini se da su ovaj postupak u inili i kanadski kirurzi Herbert Galloway i Andrew MacKinnon 1924. u Winnipegu, ali nije objavljen. Endoskopsko otpu–tanje opisano je 1988. godine. Sindrom karpalnog kanala zahva a oko 3,8% op e populacije, s ve om prevalencijom me u flenama [1] i znatno je u estaliji kod bijelaca naspram ostalih rasnih skupina. [2] U ak 33% slu ajeva se simptomatologija ovoga sindroma pobolj–a unutar jedne godine. [3] Ali, moflemo samo zamisliti koliko se ljudi u povijesti flivjelo u boli i borbi s ovom bole– u s obzirom koliko je nedavno nastala terapija koja kod teflih slu ajeva onemogu ava da dovedu do trajne invalidnosti zbog gubitka senzorne i motori ke funkcije koju n. medianus donosi u –aku.

### **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

Za pisanje rada koristit e se doma a i strana literatura. S obzirom na to da se radi o temi na koju ima mnogo radova, ve ina literature e biti strana literatura u obliku znanstvenih i stru nih lanaka, dostupnih na online bazama podataka poput PubMed, NCBI, UpToDate itd.

### **1.3. Sadržaj i struktura rada**

Rad je strukturiran u deset poglavljja. U drugome poglavljju zapo et smo s anatomijom n. medianusa na i njegovom putu prema zape– u. Tre e poglavlje obra uje fokalne neuropatije koje mogu dijeliti dio simptomatologije s glavnim sindromom kojega opisuјemo, a koje

tako er nastaju na putu koji je opisan u ranijem poglavlju. Zada a etvrtoga poglavlja je opisati anatomsku strukturu karpalnog tunela, gdje i dolazi do glavnih patofiziolo-kih procesa koji dovode do razvoja sindroma karpalnog tunela. Sljede e je peto poglavlje s klini kom slikom samoga sindroma. Testo se bavi uzrocima i imbenicima rizika za razvoj sindroma, dok sedmo gleda na isto samo iz perspektive sindroma karpalnog tunela kao komorbiditeta drugih sustavnih bolesti. Osmo i deveto poglavlje obra uju stare i nove dijagnosti ke i metode lije enja na temeljima medicine utemeljene na dokazima.

## **2. ANATOMIJA PLEKSUSA BRACHIALISA TE ANATOMIJA I ANATOMSKI ODNOŠI N. MEDIANUSA**

### **2.1. *Plexus brachialis***

Plexus brachialis je fliv ani splet prednjih ograna petog, -estog, sedmog i osmog cervikalnog te prvog torakalnog spinalnog flivca (C5-Th1). Ponekad uklju uje i prednje granke etvrtog cervikalnog (C4) i drugog torakalnog flivca (Th2). Ta vlakna se najprije spajaju u tri trunkusa. Peti i -esti cervikalni flivac (C5 i C6) ine truncus superior. Sedmi cervikalni flivac (C7) ini truncus medius. Osmi cervikalni i prvi torakalni spinalni flivac (C8 i Th1) ine truncus inferior. Pri prolasku kroz aksilu (ispod klavikule i preko 1. rebra) trunkusi prelaze u fascikule. Fasciculus lateralis (C5-C7) tvori se od vlakna trunci superior i medius. Fasciculus posterior (C5-Th1) ine vlakna svih triju trunkusa. Fasciculus medialis (C8-Th1) proizlazi iz truncus inferior. Iz samog pleksusa se fliv ani ogranci izdvajaju na razli itim razinama, a njih je tri i to su supraklavikularna, infraklavikularna te krajnja razina. Supraklavikularni ogranci su ogranci trunkusa ili nastaju izravno iz spinalnih flivaca paralelno s trunkusima; to su n. doraslis scapulae (C4,C5), n. suprascapularis (C4-C6), n. thoracicus longus (C5-C7), n. subclavius (C5,C6) te rami musculares za mm. scaleni i m. longus colli (C5-C8). Infraklavikularni ogranci su ogranci fascikula i tu ubrajamo n. axillaris (C5,C6), n. thoracodorsalis (C6-C8), nn. subscapulares (C5,C6), nn. pectorales med. (C8,Th1) i lat. (C5-C7). Od fasciculusa kao krajnji ogranci odlaze tri velika flivca ruke koji jednako kao i flivci u donjem udu s glavnim krvnim filama ine filno-fliv ane snopove. Prvi od ta tri flivca je n. radialis (C5-Th1) koji odlazi od fasciculus posterior. Drugi je n. ulnaris (C8-Th1) koji je granen od vlakana fasciculus medialis. Treći i u ovome radu najbitniji je n. medianus (C6-Th1) granen od vlakana fasciculi lateralis i medialis tako da se radix lateralis (C6,C7) spaja s radix medialis (C8,Th1) ine i "ra-je medijanusa". Valja napomenuti i n. musculocutaneus (C5-C7) tako er kao krajnji ogrank faciculus lateralis. [4]

### **2.2 Anatomija i anatomska odnos n. medianusa**

Spomenute ra-je n. medianusa se u aksilarnom podruju nalaze ispred a. axillaris. Zatim se formira sam flivac n. medianus i ulazi u sulcus bicipitalis medialis (kojeg ine m. biceps brachii i m. brachialis) nastavlju i distalno gdje se pritom nalazi ispred a. brachialis, s kojom se kreće i prolazi ispred lakatnog zglobo, a ispod aponeurosis bicipitalis (dio tetic m. biceps brachii koji je njen medijalni tj. ulnarni odvojak koji se hvata na podlakti nu fasciju). Ispod aponeuroze bicepsa nalazimo od radijalno prema ulnarno: r. superficialis nervi radialis,

a. brachialis, odnosno njezine grane (aa.radialis i ulnaris) i naravno n. medianus. N. medianus se na unutarnjem pregibu lakta odvaja od a. brachialis, prolazi izme u ulnarne i humeralne glave m. pronator teres i dolazi izme u povr-inskikh i dubinskih mi-i a fleksora prstiju. Tijekom svog toka izme u njih daje ogrank n. interosseus antebrachii anterior koji se zajedno s a. interossea anterior protefle dufl membrane interosseae do m. pronator quadratus. S iznimkom m. flexor carpi ulnaris i ulnarnog dijela m. flexor digitorum profundus, n. medianus inervira sve mi-i e "pregiba e" na palmarnoj strani podlaktice. Tik pred ulazak u karpalni tunel daje osjetni ogrank ramus palmaris koji se protefle iznad retinaculum flexorum i ide prema dlanu gdje daje osjetnu inervaciju radijalnoj strani dlana. [4] [5]

### **3. FOKALNE NEUROPATIJE N.MEDIANUSA OD RAMENA DO ŠAKE**

Osim sindroma karpalnog tunela koji sa injava oko 90% svih neuropatija n. medianusa postoje i druge neuropatije n. medianusa, a neke od njihemo obraditi u ovome poglavlju.

#### **3.1. AIN sindrom**

AIN sindrom je dobio ime po ogranku n. medianus koji je zahvaen, a to je prednji interossealni flivac tj. nervus interosseus anterior. On se odvaja od n. medianusa 5-8 cm distalno od lateralnog epikondila. To no mjesto kompresije flivca je vjerojatno varijabilno. Smatra se da ju mogu uzrokovati m. Flexor digitorum superficialis, duboka i povr-inska glava m. Pronator teres, ili fibrozni lukovi s tih mi-i a. U nekim sluajevima smatra se da uzrok nije mehani ki ve spontana upala ili ishemija. Simptomi ovoga sindroma su ponajvi-e motorni. Pacijenti osjeaju slabost u palcu i kafliprstu -to se manifestira te-ko ama u kori-tenju pribora za jelo, pisanja olovkom ili op enito finom motorikom za koju su potrebna prva dva prsta ruka. To je zbog toga -to je o-te ena funkcija m. flexor pollicis longus i radijalne strane m. flexor digitorum profundus. Uz njih o-te ena je i funkcija m. pronator quadratus, ali ona je suptilnija. Pacijenti uz gubitak motori ke funkcije mogu osjeati i bol, ali ne bi smjelo do i do gubitka osjeta. Pri pregledu kada pacijentu kaflemo da uhvati neki manji predmet samo s prva dva prsta ruke primijetitemo da e distalni interfalangealni zglobovi oba prsta ostati u ekstenziji, a proksimalni interfalangealni zglob kafliprstu i metakarpofalangealni zglob palca e biti u izraflenoj fleksiji. Slabost m. pronator quadratusemo ispitati tako daemo pacijenta zatrafliti da flektira ruku u lakatnom zglobu -to smanjuje aktivnost m. pronator teres u kretnji pronacije. Slabost spomenutih triju mi-i amoflemo potvrditi EMNG-om. [6] [7]

### **3.2. Pronator sindrom**

Nakon što n. medianus napusti antekubitalnu fossu može biti mehanički komprimiran u svojem dalnjem toku, i to: dvjema glavama m. pronator teres, rubom m. flexor digitorum superficialis ili bude pritisnut lacertusom fibrosusom tetine m. biceps brachii. Samo ime ovoga sindroma zavarava, jer su glavni simptomi ovoga sindroma bol i parestezije u području inervacije n. medianusa, a ponekad je zahvaćen i m. pronator teres. Bol se pojačava ovisno o tome koje kompresijsko mjesto mu je uzrok. Ako se kompresija n. medianusa odvija između dvije glave m. pronator teres, onda će bol biti najizraženiji pri pronaciji i ekstenziji u zglobovu laka. U slučaju da je uzrok kompresije m. flexor digitorum superficialis njegova aktivacija, pri pruštanju otpora pacijentu tako da mu pritičemo treći prst ruke o podlogu dok se on opire, dovesti će do pogorjevanja bola. Ako je pak lacertus fibrosus uzrok, tada će bol biti najjača kada će pacijentova ruka biti u supinaciji i lakan u fleksiji. Distribucija parestezija može nas zavarati da je riječ o puno većem sindromu karpalnog tunela, ali u pronator sindromu nije Tinelov znak pronađen u području m. pronator teres, a ne na zapečaću i simptome neće uzrokovati fleksiju u zapečaću; tako da smanjene osjeti će biti prisutno i na tenarnoj eminenciji, koja je najčešće po-teška u sindromu karpalnog tunela. Uz sve navedeno, pronator sindrom najčešće ne uzrokuje nijedne simptome. [8] Uredna brzina provođenja kod zapečaća tako da više govori u prilog pronator sindroma. Ako je dočelo do oteženja aksona EMNG-ova to potvrditi. [6] [7]

### **3.3 Sindrom suprakondilarnog nastavka**

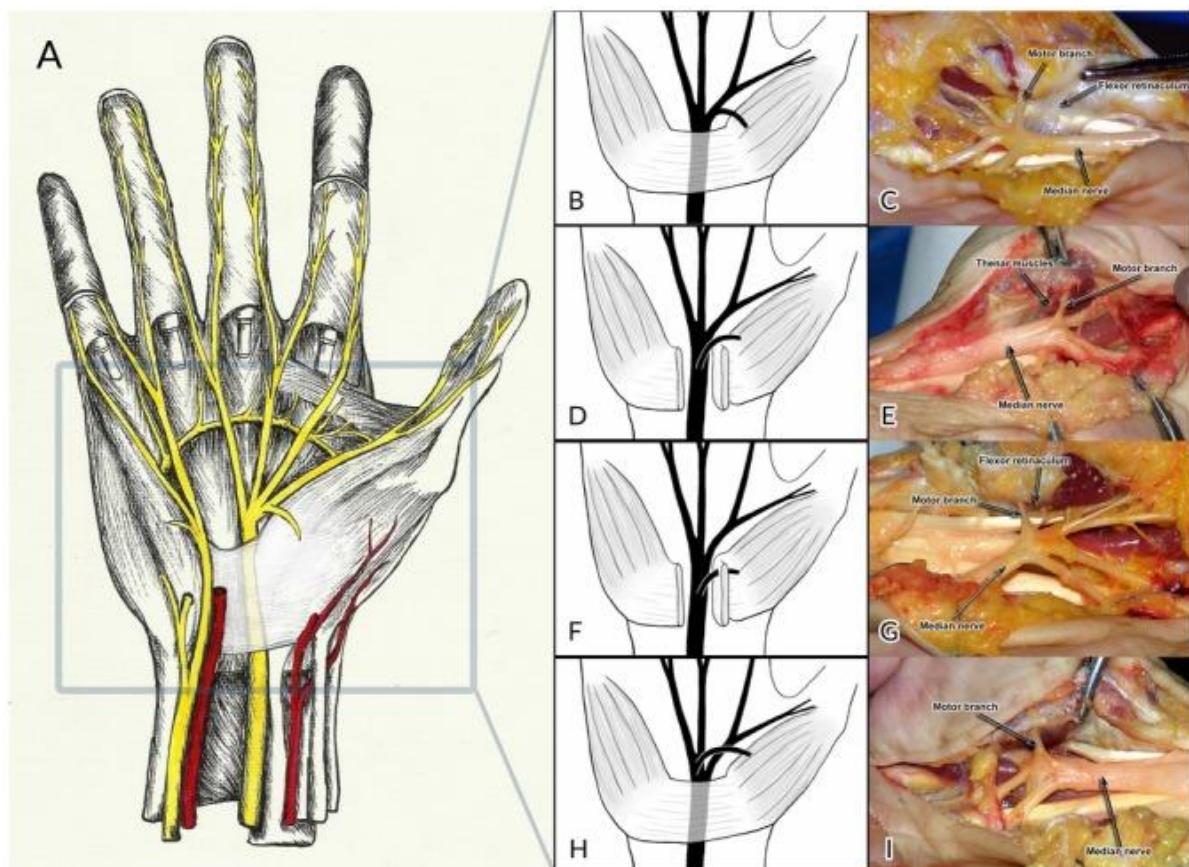
Još se zove i Struthersov sindrom, po Struthersovom ligamentu koji spaja medijalni epikonil na koštani nastavak na distalnom humerusu koji je iznimno rijedak. Može ga se pronađi u manje od 3% populacije i najčešće uzrokuje simptome tek ako je osoba dočivljela traumu tog dijela ruke. Pregledom možemo pronaći palpabilnu koštanicu strukturu, a osoba osjeća slabost u distalnim mišicama koje inervira n. medianus, parestezije i bol. Bol se pogorjeva pri ekstenziji u laktu, zapečaću ili prstima; a supinirana ruka pri ekstendiranom laktu tako da može izazivati bol. Naravno oteženje flivca se može dodatno dokazati usporenjem brzine provođenja EMNG-om. [6] [7]

#### **4. ANATOMIJA I ANATOMSKI ODNOŠI KARPALNOG TUNELA**

Karpalni tunel je osteofibroznji prolaz koji se nalazi na volarnoj strani -ake. Retinaculum musculorum flexorum (kao krov) zajedno s kostima zape- a (os trapezium, os trapezoideum, os capitatum i os hamatum) ini granice karpalnog tunela. Retinaculum flexorum je -irok otprilike 3-4 cm i ima svoje insercije u tuberositas scaphoidea i os pisiforme -to ini proksimalni karpalni tunel, te u os trapezium i hamulus ossis hamati -to ini distalni karpalni tunel. Na radijalnoj strani se dijeli u dva sloja, jedan povr-inski i jedan duboki u kojemu se nalazi samo tetiva m. flexor carpi radialis. N. medianus se nalazi u karpalnom tunelu ispod retinaculum flexotum tik ispod kofle. Uz njega kroz karpalni tunel prolazi 9 tetiva mi-i a, a to su: tetiva m. flexor pollicis longus, etiri titive m. flexor digitorum superficialis i etiri titive m. flexor digitorum profundus. Tetiva m. flexor pollicis longus ima vlastitu sinovijalnu ovojnicu, dok titive m. flexor digitorum superficialis i profundus imaju svoje zajedni ke sinovijalne ovojnice. Titive m. flexor carpi radialis, m. flexor carpi ulnaris i m. palmaris longus nalaze se izvan karpalnog tunela, ali su u bliskom kontaktu s njime. Tetiva m. flexor carpi radialis ima svoju inserciju u os scaphoideum i basis ossis metacrapalis II nakon prolaska kroz kanal koji formira razdvajaju i slojeve retinaculum flexorum kako je prethodno napomenuto. Tetiva m. flexor carpi ulnaris ima svoju inserciju na os pisiforme, dok se tetiva m. palmaris longus nastavlja u palmarnu fasciju ili retinaculum flexorum (ako ga osoba posjeduje).

U podru ju zape- a postoje mnoge anatomske varijacije. Ve ini ljudi je -aka opskrbljena krvlju samo preko a. radialis i a. ulnaris, ali izme u 12-23 % populacije posjeduje tre u arteriju. Ta tre a arterija je a. mediana koja naj e- e regredira tijekom drugog mjeseca intrauterinog flivota. Ona se odvaja od a. ulnaris i putuje uz n. medianus s njegove ulnarne strane do -ake. Naj e- e je asimptomatska pojava, ali može iritirati n. medianus i tako uzrokovati pojavu sindroma karpalnog tunela. Tako er, zbog svog toka blizu povr-ine kofle kirurg ju može o-tetiti tijekom kirur-kog zahvata za sindrom karpalnog kanala, ako nije prethodno informiran o njezinom postojanju. Jo-jedna anomalija je i bifidni n. medianus koji esto dolazi u paru s perzistentnom a. medianom ili anomalnim mi-i nim trbuhom m. flexor digitorum superficialis. N. medianus uobi ajeno prolazi karpalnim tunelom kao jedinstveni flivac, a podijeli se tek na distalnom rubu retinaculum flexorum gdje daje ogranke za inervaciju prstiju (prva tri prsta i radijalna strana etvrtega prsta). Proksimalna bifurkacija n. medianusa je razmjerno esta anomalija koja se pronalazi u 1-3% pacijenata na kojima se provodi kirur-ki zahvat dekomprezije u sindromu karpalnog tunela. Rano razdvajanje u

terminalne ogranke je rjeđe. Treća struktura ije anatomiske varijacije smo spomenuti je motorni ogranak n. medianusa koji inervira mišiće -ake. U većini slučajeva se motorna grana n. medianusa odvaja nakon što flivac napusti karpalni tunel, u otprilike jedne trećine populacije se ona odvaja unutar karpalnog tunela, u otprilike jedne četvrtine slučajeva ona penetrira retinaculum flexorum na putu prema tenarnoj eminenciji i na kraju najčešće je ona u kojoj se motorna grana odvaja od n. medianusa s njegove ulnarne strane da bi ga premostila prelazeći i na radijalnu stranu. Kao motorna grana i palmarna kutana osjetna grana (ramus palmaris) n. medianusa ima svoje anatomiske varijacije. U prvoj se odvaja s radijalne strane n. medianusa, dok u drugoj s ulnarne prelazi poslije na radijalnu stranu i probija retinaculum flexorum na putu prema dlanu. Detekcija ovih varijacija je iznimno važna zbog mogućnosti otežanja osjetne inervacije -ake tijekom kirurških zahvata i naknadnog razvoja neuroma. [9]



Slika 1 Pregled toka n. medianusa u zapešću i šaci (A), ekstraligamentozni tip toka tenarne motorne grane (B,C), subligamentozni tip toka tenarne motorne grane (D,E), transligamentozni tip toka tenarne motorne grane (F,G), ekstraligamentozni tip toka tenarne motorne grane sa odvajanjem sa ulnarne strane n. medianusa (H,I); prema: Henry BM, Zwierzewska H, Roy J, et al. The Prevalence of Anatomical Variations of the Median Nerve in the Carpal Tunnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Plos one.* 2015;10(8):e0136477. DOI: 10.1371/journal.pone.0136477.

Ulnarni flivac najčešće prolazi kroz Guyonov kanal uz ulnarnu arteriju. To je osteofibroznji kanal koji se nalazi anteromedijalno od karpalnog tunela kada je ruka u supinaciji (anatomski

poloflaj). Njegov po etak je u razini proksimalnog ruba os pisiforme, a zavr-ava distalno kod hamulus ossis hamati. Granice su mu: s volarne strane (krov) ligamentum carpi volare; s ulnarne strane os pisiforme, ligamentum pisohamatum i m. abductor digiti minimi; s radijalne strane ligamentum carpi volare i hamulus ossis hamati; i na kraju dno mu ini retinaculum flexorum. [10] Ulnarni flivac ima motorni i osjetnu funkciju u -aci. Ponekad postoje anomalne veze izme u ulnarnog i medijalnog flivca u podlaktici koje rezultiraju razli itim putevima inervacije. Naj e- e (u 6-31% populacije) se fliv ana vlakna medijalnog flivca pridruflje ulnarnome flivcu, -to se zove Martin-Gruber anastomoza. Postoji i reverzna Martin-Gruber anastomoza (Marinacci) koja je rje a u kojoj se fliv ana vlakna ulnarnog flivca pridrufluju medijalnome flivcu. Iz toga razloga nas ne treba uditi ako ponekad u sindromu karpalnoga tunela nemamo klasi no zahva anje inervacijskog podru ja simptomima ove bolesti. M. flexor pollicis longus je naj e- e nezavisan od m. flexor digitorum superficialis i profundus, ali ponekad zato -to potje u iz istog mezodermalnog tkiva postoje tetivne sveze izme u njih. Tetivna sveza izme u teticu m. flexor pollicis longus i teticu m. flexor digitorum profundus za drugi prst (kafliprst, lat. index) zove se Limburg-Comstock sindrom i javlja se razmjerno esto. Ljudi koji imaju tu anomaliju ne mogu savinuti palac (lat. pollex) bez da saviju kafliprst u distalnom interfalangealnom zglobu. Ova anatomska anomalija je rijetko simptomatska, ali može se zamijeniti sindromom karpalnog kanala ako do e do tenosinovitisa. M. palmaris longus ima mnogo anatomskeh varijacija, -tovi-e on je mi-i s najvi-e varijacija u ljudskoj populaciji. Dvije varijante su nam vafne kod sindroma karpalnog tunela i njih treba prepoznati prije kirur-kih zahvata. Jedna od njih je kada tetiva m. palmaris longus prolazi kroz karpalni tunel. Druga je poznata pod nazivom reverzni m. palmaris longus. U njoj je mi-i ni trbuš smje-ten distalno, a tetiva proksimalno umjesto uobi ajenog smje-taja mi-i nog trbuha proksimalno, a teticu distalno. Pri takvome poretku mi-i ni trbuš prolazi kroz karpalni kanal, -to pri njegovoj opetovanjoj aktivaciji dovodi do trenja i kompresije struktura u samome kanalu i posljedi no iritacije i razvoja sindroma karpalnog tunela. Anatomska anomalija koja može postojati i kod m. flexor digitorum superficialis je prisutnost mi-i nog trbuha distalnije nego uobi ajenog, tako da ulazi u karpalni tunel. Tako er može postojati akcesorni mi-i pod imenom m. flexor digitorum superficialis indicis. Postoji nekoliko njegovih anatomskeh varijanti. U jednoj se mi-i ni trbuš nalazi u potpunosti u podru ju dlanu. U drugoj mi-i ima digastri ni oblik tj. jedan je mi-i ni trbuš u dlanu, a drugi u podlaktici. Tre a varijanata je kada se mi-i ni trbuš nalazi u podlaktici, ulazi u karpalni tunel, ali iz njega ne izlazi. Posljednja varijanta može dovesti do razvoja sindroma karpalnog tunela. M. flexor carpi radialis brevis vel profundus je rijedak akcesorni mi-i koji se odvaja s palmarne povr-ine

distalnoga radiusa, prelazi preko m. pronator quadratus, prolazi ispod retinaculum flexorum i ima hvati-te na os capitatum, bazi 3. i 4. metakarpalne kosti. Drugi lumbrikalni mi-i mofte imati polazi-te unutar karpalnog kanala s m. flexor digitorum superficialis -to tako er mofte dovesti do razvoja sindroma karpalnog tunela. [11]

## **5. KLINIČKA SLIKA SINDROMA KARPALNOG TUNELA**

Po-to znamo da je sindrom karpalnog tunela uzrokovani kompresijom n. medianusa, da bismo znali koje simptome ona uzrokuje moramo znati i koja je zada a n. medianusa. On donosi u -aku dva tipa inervacije; osjetnu i motornu. Osjetno inervira dio dlana (onaj dio koji nije inerviran s ramus palmaris koji se odvojio od njega prije ulaska u karpalni tunel), prva tri prsta i radijalnu stranu etvrtoga prsta. Motornom inervacijom opskrbljuje m. opponens pollicis, m. abductor pollicis brevis, povrinski dio m. flexor pollicis brevis i prva dva lumbikalna mi-i a.

### **1.1 Rani simptomi**

Sindrom karpalnog tunela klasi no zapo inje simptomima boli i parestezija u senzornoj distribuciji inervacije -ake n. medianusom. Parestezije pacijenti naj e- e opisuju kao osje aj trnjenja i bockanja u -aci. Simptomi se naj e- e pogor-avaju no u i esto bude pacijente iz sna. Neki pacijenti poku-avaju umanjiti bol tako da ma-u rukom, izokre u ju ili stavljaju pod toplu vodu. Iako se simptomi naj e- e osje aju u distalnom inervacijskom podru ju n. medianusa nakon prolaska kroz karpalni tunel i tu postoji varijabilnost. Bol pacijenti mogu osje ati izolirano u zape- u, u cijeloj -aci; ona se mofle -iriti u podlakticu i vrlo rijetko iznad lakta, ali nikad do vrata. Simptomi su naj e- e izazvani radnjama koje uklju uju fleksiju ili ekstenziju zape- a ili podizanje ruku, npr. tijekom vofljnje, itanja, tipkanja ili dugog drflanja telefona. Isto tako pacijenti se mogu flaliti na osje aj oticanja ruku (iako one ne oti u), ako je oticanje vidljivo potrebno je posumnjati na sekundarni sindrom karpalnog tunela. U oko 55-65% slu ajeva sindrom karpalnog tunela zahvati obje ruke kada se prvo prezentira. Najja e i naj e- e je zahva ena dominantna ruka. [12] [13] [14]

### **1.2 Kasni simptomi**

Sindrom karpalnog tunela mofle imati alterniraju i uzorak pojavljivanja s periodima remisije i egzacerbacije. [15] U nekim slu ajevima postoji prelazak iz intermitentnih u perzistentne osjetne simptome, a kasnije se razvijaju i motorni simptomi. U teftlim slu ajevima u kojima se razviju motorni simptomi pacijenti se flale na slabost ili nespretnost prilikom kori-tenja ruku. Te-ko im je drflati objekte u rukama, raditi pokrete zakretanja kao -to su otklju avanje i otvaranje vrata, zatim zakop ati ko-ulju ili otvoriti staklenku. Klini ki znakovi koje bismo mogli uo iti su slabost abdukcije i opozicije palca, i atrofija tenarne eminencije. Trajni gubitak osjeta je tako er kasni simptom koji je karakteriziran gubitkom osjeta u prva tri prsta, radijalnoj strani etvrtoga prsta. Dlan i tenarna eminencija obi no nisu naj e- e u jednakoj

mjeri zahva eni gubitkom osjeta zbog odvajanja ramus palmaris nervi mediani prije njegovog ulaska u karpalni tunel. [12] [13] [14]



Slika 2 Slika koja prikazuje umjerenu tenarnu atrofiju desne ruke kod muškarca s bilateralnim sindromom karpalnog kanala. Prema: Aroori S, Spence RA. Carpal tunnel syndrome. The Ulster Medical Journal. 2008 Jan;77(1):6-17.

## **6. ETIOLOGIJA I ČIMBENICI RIZIKA ZA RAZVOJ SINDROMA KARPALNOG TUNELA**

### **6.1. Etiologija**

Sindrom karpalnog tunela je rezultat kompresije n. medianus u prostoru karpalnog tunela. Iako je tunel u slobodnoj komunikaciji s tkivom proksimalno i distalno od njega, tkivni tlak u samome tunelu je mnogo veći u pacijenata sa sindromom karpalnog tunela (32-110 mm Hg, ovisno u kojoj je poziciji zglobov zapeća) nego u zdravih ljudi (2-31 mm Hg). Tlak se povećava s fleksijom ili ekstenzijom u zglobovu zapeća, i s fleksijom prstiju. [16] Intermitentni ili stalni visoki tlak na tkivo karpalnog tunela dovodi do poremećaja u mikrovaskularnoj cirkulaciji tih tkiva, uključujući i n. medianus, što rezultira pojaviom nefeljenih akcijskih potencijala, lokalnom demijelinizacijom i na kraju gubitkom aksona. Mofle i uzrokovati proliferaciju subsinovialnog vezivnog tkiva u tunelu, što dodatno povećava tlak. [17] Dvije su razlike vrste sindroma karpalnog tunela - akutna i kronična.

Akutni oblik je relativno neuobičajen i posljedica je brzog i kontinuiranog porasta tlaka u karpalnom tunelu. To je najčešće povezano s prijelomom radijusa. On se može u tome slučaju klasificirati kao akutni, tranzientni ili kasni. Rana dijagnoza i liječenje je nužno kako bi se izbjeglo trajno otečenje flivca u akutnom sindromu karpalnog tunela zbog prijeloma distalnog radijusa. U tranzientnom (subakutnom) najčešće nije potrebno kirurški intervenirati. Za pacijente s kasnim nastupom svi mogući uzroci direktnе kompresije flivca (fragmenti kosti, kirurški alati koji fiksiraju prijelom, sinovitis itd.) moraju dobiti u obzir u obradi. [18] Tako da, akutni sindrom karpalnog kanala je povezan s opeklinama, koagulopatijom, lokalnom infekcijom i injekcijama.

Kronični oblik mnogo je češći i njegovi simptomi mogu potrajati mjesecima do godina. Međutim, u samo 50% slučaja je uzrok, a mofle se podjeliti na lokalne, regionalne i sistemske uzroke. Za drugu polovicu kroničnih oblika sindroma karpalnog tunela kažemo da su idiopatski.

Lokalni uzroci:

- Upalni: npr. tenosinovitis, gljivi na infekciju histoplazmom, hipertrofija na sinoviju
- Trauma: npr. Collesov prijelom, i-ačenje jedne od karpalnih kostiju
- Tumori: npr. hemangiomi, ciste, gangliji, lipomi, neuromi itd.

- Anatomske anomalije: npr. zadebljali retinaculum flexorum, ko-tane abnormalnosti, abnormalni trbu-ni mi-i i, postojana srednja arterija itd.

Regionalni uzroci:

- Osteoartritis
- Reumatoidni artritis
- Amiloidoza
- Giht

Svaki od ovih nabrojanih uzroka vr-i direktni pritisak na n. medianus. Zaklju no za etiologiju moflemo uspostaviti da sve -to pove ava volumen sadrflaja u tunelu ili -to uzrokuje smanjenje dimenzija tunela mofle uzrokovati pojavu sindroma karpalnog tunela. [19] O sustavnim bolestima u kojih se mofle pojaviti sindrom karpalnog tunela pri at em u sljede em poglavljju.

## 6.2. Čimbenici rizika

Jedan od faktora koji najvi-e podiže rizik za razvoj sindroma karpalnog tunela jest spol. Razvija se mnogo e-e u flena, s godi-njom incidencijom od 1.5 slu ajeva na 1000 stanovnika, dok je ona u mu-karaca 0.5 na 1000 stanovnika. Tako er, kod flena najve u pojavnost vidimo izme u 45-54 godine flivota, dok kod mu-karaca raste progresivno s dobi. [20] Oko 70. godine flivota se incidencija u oba spola izjedna ava. [12] Te razlike se mogu donekle objasniti hormonskim razlikama izme u mu-karaca i flena, jer flene koje su trudne ili doje e-e razviju sindrom karpalnog tunela od ostatka flenske populacije. [21] U flena koje su trudne naj e-e se dijagnosticira tijekom tre eg tromjese ja trudno e i esto je obostran. U ve ine bolesnica simptomi e se razrije-iti spontano ili e dobro odgovoriti na konzervativno lije enje nakon poroda. [19] fiene koje su u prvoj menopauzalnoj godini i uz to koriste oralne kontraceptivne tablete ili nadomjesnu hormonsku terapiju tako er su pod ve im rizikom, dok je onima kojima su uklonjeni jajnici rizik sniflen. [22] Pretilost je tako er jedan od faktora rizika. Za svaki BMI bod vi-e rizik se za razvoj sindroma karpalnog tunela pove ava za 8%. [21] Jo- valja spomenuti i genetsku predispoziciju. Studija na 4488 osoba u Ujedinjenome kraljevstvu zaklju ila je da je genetska predispozicija najja i faktor za predisponiranost razvitku sindroma karpalnog tunela. [23] [22] Smatra se da je odabранo zanimanje tako er faktor koji mofle dovesti do razvoja sindroma karpalnog tunela pa tako u metaanalizi Barcenilla i sur. [24] koja je uzela u obzir studije izme u 1980. i 2009. godine dolaze do

zaključak da poslovi koji uključuju vibraciju pri radu, potrebu za primjenom vrstog stiska i repetitivne pokrete podiflu rizik za razvoj sindroma karpalnog tunela. Također, pronađene su nema značajne korelacije između dufleg neudobnog poloflaja zapesti i pojava sindroma karpalnog tunela, dok je metaanaliza You i sur. iz 2014. [25] uspostavila da produženo držanje zapesti u fleksiji ili ekstenziji udvostručuje rizik za razvoj sindroma karpalnog tunela. Iako je učestalo ponavljanje pokreta u zapesti u faktor rizika, nema dovoljno dokaza da bismo ustvrdili da je rad na računalu povezan s povećanim rizikom za razvoj sindroma karpalnog tunela. [26] [27]

## 7. SINDROM KARPALNOG TUNELA U SUSTAVNIM BOLESTIMA

Sistemski uzroci:

- Diabetes mellitus
- Pretlost
- Hipotireoza
- Sistemski eritematozni lupus
- Sklerodermija
- Dermatomiozitis
- Zatajenje bubrega
- Dugotrajna hemodializa
- Akromegalija
- Multipli mijelom
- Sarkoidoza
- Leukemija
- Alkoholizam
- Hemofilija
- Mukopolisaharoidoza

Sindrom karpalnog tunela može se razviti kao komorbiditet svih navedenih bolesti. [19] Od navedenih, hemofilija je uzrokovati akutni sindrom karpalnog tunela, a ostali kronični. Pretlost kao komorbiditet je objačana u prethodnom poglavlju, i za nje najčešći je bolest uz koju se pojavljuje sindrom karpalnog tunela je diabetes mellitus. On je skromni imbenik rizika za razvoj sindroma karpalnog tunela. Snaga povezanosti se ne razlikuje između tipa 1 i tipa 2 dijabetesa. Pokazalo se da sindrom karpalnog tunela ne predviđa dijabetes, dok dijabetes predviđa sindrom karpalnog tunela. Neuropatija na medianusu je komplikacija dijabetesa. Primjereno je smanjenje mijelinizacije flivca i endoneurijalne kapilare gustoća u pacijentima s dijabetesom koji nisu izloženi kompresiji flivaca. Nefeljeni u većini dijabetesa na perifernim flivcima opsežno su proučavani, ali mehanizam kojim dijabetes povećava rizik za sindrom još istražuje. [28] Dobro je utvrđeno da pacijenti s hipotireozom imaju povećani rizik od razvoja periferne neuropatije. Međutim, uloga smanjene cirkulacije razine hormona -titnja je na fiziologiju perifernih flivaca ostaje nejasna. Dva predložena mehanizma abnormalnosti perifernih flivaca u hipotireozu su: sekundarna mononeuropatija od kompresije uzrokovane mucinoznim naslagama u mekim tkivima koja okružuju periferne flivce i

polineuropatija zbog demijelinizirajućeg procesa ili primarne aksonске degeneracije. Razlikovanje periferne neuropatije i kompresijske neuropatije srednjeg flivca u karpalnom tunelu je izazov. Najvjerojatnije u hipotireoti nog bolesnika postoji kombinacija blage kompresije unutar karpalnog tunela i fiziološki izmijenjenog perifernog flivca –to rezultira uobičajenim simptomima CTS-a. [29] Dijabetes, hipotireoza i pretilost veoma su este bolesti u općoj populaciji Republike Hrvatske, stoga i jesu najčešći komorbiditeti uz sindrom karpalnog tunela. Još jedan poremećaj hormona može biti imbenik u nastajanju sindroma karpalnog tunela, a to je akromegalija. Mehanizam nastanka sindroma karpalnog tunela kod akromegalije je taj da edematozna sinovijalna tkiva komprimiraju nervus medianus tako –to prekomjerna sekrecija hormona rasta uzrokuje povećanje zadržavanja natrija i vode u izvanstani noći tekući. [30] Zatim su tu autoimunosne upalne bolesti poput sklerodermije, sistemskog eritematoznog lupusa, dermatomiozitisa i sarkoidoze u kojima otečnost ili proliferacija vezivnog tkiva zbog upale uzrokuje kompresiju nervi mediana. Sindrom karpalnog kanala (CTS) dobro je poznata manifestacija amiloidoze povezane s dijalizom, uglavnom uzrokovana taloflenjem 2-mikroglobulina u karpalnom tunelu. Također se smatra se najčešćom mononeuropatijom u pacijenata sa bubrežnim zatajenjem iz istih razloga. [31] Posebno su zanimljivi slučajevi u bolestima nakupljanja kao –to su mukopolisaharidoze. One se manifestiraju različitim simptomima, uključujući i ko-tanu displaziju, srčane abnormalnosti i središnji i periferni neuropatiju, uključujući sindrom karpalnog tunela. Sindrom karpalnog tunela (CTS) ranog perioda dobro je poznata manifestacija mukopolisaharidoza (MPS) zbog prekomjernog taloflenja glikozaminoglikana u mekim tkivima koji također dovode do kompresije nervi mediana.

## **8. DIJAGNOSTIKA FOKALNIH OŠTEĆENJA N.MEDIANUSA U KARPALNOM TUNELU**

### **8.1. Anamneza i fizikalni pregled**

Sindrom karpalnog tunela je klinička dijagnoza. Na nju će nas uputivati karakteristični simptomi i znakovi. Vjerovatnost točnosti dijagnoze korelira s brojem standardnih simptoma i provokativnih faktora koje pacijent ima. [13] U standardne simptome spadaju:

- tupa bol u -aci
- parestезије u -aci
- slabost ili nespretnost radnji sa -akom
- suha kofla, oteknuće ili promjene boje kofle

Provokativni faktori su:

- spavanje (nepovoljni poloflaji ruke u koje dolazimo tijekom snega)
- produljeno držanje zapeća u neudobnome položaju (najčešće jača fleksija ili ekstenzija)
- ponavljajuće radnje rukom, vibracija ili duga držanje snađnog stiska

Ublaflavajući faktori:

- promjena poloflaja ruke
- trećnja rukom

Lijeknik u fizikalnom pregledu treba ispitati osjet na području distribucije n. medianusa i usporediti ga s drugom rukom. Isto tako provjeriti snagu -ake poprečnim hvatom i primijetiti ako postoji atrofija mišića u području tenarne eminencije. Nakon toga mora provesti standardne provokativne manevre koji će pojaviti simptome sindroma karpalnog tunela, a uključuju Phalenov test, Tinelov test, test manualne karpalne kompresije i test elevacije ruke. Tijekom Phalenovog testa pacijent potpuno flektira -aku u zapeću s laktom u ekstenziji -to povlači tlak u karpalnom tunelu. Ako unutar jedne minute u tome položaju dolazi do pojave bola ili parestезијa test je pozitivan. Metaanalize su pokazale da je osjetljivost ovoga testa 68%, a specifičnost 73%. Tinelov test se izvodi tako da ispitiva perkutira n. medianus proksimalno ili po karpalnom tunelu. Pozitivan je ako pacijent dočula osjećaj bola ili parestезијa tijekom perkusije. Osjetljivost mu je 50% (manje od Phalenovog testa), a

specifi nost 77% (sli no kao Phalenov test). Manualna karpalna kompresija je test koji se izvodi primjenom pritiska na retinaculum flexorum. Pozitivan je ako paresteze nastanu unutar 30 sekundi od kontinuirane primjene pritiska. Osjetljivost mu je 64%, a specifi nost 83%. [32] Test elevacije ruke se izvodi tako da pacijent podigne ruku iznad razine glave i drži ju u tome poloflaju jednu minutu. Ako se pojave simptomi ove bolesti onda je test pozitivan. Osjetljivost i specifi nost mu je slična onoj kod Phalenovog i Tinelovog testa. [33] U studiji od Armaghan Dabbagh i suradnika koja analizira rezultate 16 kliničkih studija koje ispituju 13 različitih senzornih ili motornih testova za sindrom karpalnog tunela dođu su do zaključka da je nejasno koji test ima najveću dijagnostiku točnost, te da kliničari ne smiju bazirati svoju dijagnozu na samo jednom senzornom ili motornom testu. Najosjetljiviji test za sindrom karpalnog tunela u njihovoj studiji je bio Semmes-Weinstein monofilamentni test sa 49-96%, dok su najspecifičniji bili test snage stiska -ake sa 94%, test snage -tipanja (stisak kafliprsta i palca) 78-95%, tenarna atrofija sa 96-100%, i test diskriminacije u dvije ruke sa 81-98%. [34] Problem je što navedeni specifični testovi biti pozitivni tek nakon određenog vremena.

## 8.2. Elektromioneurografija (EMNG)

EMNG je elektrofiziološka pretraga pri kojoj se ispituje funkcija perifernih vlakava i mišića. Pri ovoj pretrazi se mogu primijetiti njihova bolest ili oteženje. Ona se sastoji od dvije komponente: EMG i ENG. Elektromiografija (EMG) je metoda pri kojoj se snimaju električni potencijali mišića tako da se sterilizirana igla, koja služi kao elektroda, uvodi u napet i otpušten mišić kako bi se izmjerio električni potencijal koji proizvodi mišić na stanica. Elektroneurografija (ENG) je metoda mjerjenja odgovora mišića i vlakava na električnu stimulaciju i određivanje brzine električnog provođenja vlakava. Za pretragu se koriste površinske stimulacijske elektrode te registracijske elektrode koje mogu biti igle ili površinske elektrode. Koristi se kratkotrajna električna stimulacija maksimalnog intenziteta struje od 100 mA. EMNG rezultat pokazuje usporenu motorne i osjetnu provodnost u inervacijskom području npr. medianusa u ranoj fazi. Mnoge studije su pokazale da su usporedbe odgovora osjetnih komponenti vlakava (n. medianus, n. ulnaris, n. radialis) bolje nego mjerjenje absolutne latencije provođenja n. medianusa u dijagnostici sindroma karpalnog tunela ENG-om. Osjetna vlakna imaju veći udio velikih mijeliniziranih vlakana, koja imaju veće energetske potrebe pa su samim time osjetljivija na ishemiju. Fokalna kompresija rezultira ishemijom i mehaničkim oteženjem provođenja vlakana. Zajedno oni rezultiraju smanjenom provodnošću. Upotreba usporedbe osjetne latencije među vlaknima, nasuprot absolutnoj latenciji, služi kao kontrola za zbrunjujuće (eng. confounding) faktore, poput: dobi,

temperature, stanja bolesti (tj. dijabetes), spola i veli ine ruke. Kasnije dolazi do slabosti –ake i atrofije tenara –to upu uje na aksonalno o-te enje motornih vlakana. Vafno je naglasiti da EMNG u ranoj fazi mofle biti uredan jer pretragom detektiramo o-te enje flivca, a ne njegovu povremenu kompresiju pri kojoj nije do-lo do strukturalnog o-te enja koja se ovom pretragom ne mora nufno prona i. [14] EMNG je koristan u isklju ivanju drugih bolesti, kao –to su polineuropatija, pleksopatija i radikulopatija. Tako er korisna je pretraga za procjenu teffine bolesti, ponajvi-e u procjeni treba li pristupiti kirur-kom zahvatu dekompresije. Ameri ko udruflenje neuro-mi-i ne i elektrodijagnosti ke medicine preporu uje sljede i slijed ispitivanja funkcije flivaca:

1. Smjernica: Ispitivanje osjetne provodljivosti n. medianusa preko zape– a (nja e– e elektroda koja stimulira na prstu, a koja registrira proksimalno od zape– a), ako su rezultati abnormalni, onda i jednog drugog osjetnog flivca u simptomatskom udu.
2. Smjernica: Ako je po etno ispitivanje osjetne provodljivosti n. medianusa preko zape– a na udaljenosti elektroda ve oj od 8 cm i rezultati su normalni, dodatna ispitivanja treba provesti kako slijedi:
  - A. Usporedba osjetne provodljivosti n. medianusa preko zape– a na kratkoj (7-8 cm) udaljenosti; ili:
  - B. Usporedba osjetne provodljivosti n. medianusa preko zape– a s osjetnom provodljivosti n. radialis ili n. ulnaris preko zape– a u istom udu; ili:
  - C. Usporedba osjetne ili mje-ovite vodljivosti n. medianusa kroz karpalni tunel sa osjetinom ili mje-ovitom vodljivo– u proksimalnog (podlaktica) ili distalnog (prsti) segmenta n. medianusa u istom udu.
3. Smjernica: Ispitivanje motori ke provodljivosti n. medianusa do tenarnih mi-i a i jenako tako jednog drugog flivca do mi-i a koji on inervira u simptomatskom udu kako bi izmjerili i usporedili distalnu latenciju.
4. Opcionalno: Elektromiografija mi-i a koji se inerviraju spinalnim flivcima C5-Th1, uklju uju i tenarni mi-i inerviran n. medianusom simptomatskog uda.
5. Opcionalno: Usporedba distalne motori ke latencije n. medianusa (drugi lumbrikalni mi-i ) sa motori kom distalnom latencijom n. ulnaris (interossei).

Ako smo po smjernicama utvrdili poremećaj provođenja ENG-om možemo napraviti EMG kako je u njima i navedeno – to se odnosi na dvije posljednje opcionalne smjernice. [35] Od mišića tipa no se ispituje m. abductor pollicis brevis. Kod sekundarnog aksonalnog gubitka EMG će pokazati ili aktivnu denervaciju (npr. spontanu aktivnost oblika fibrilacijskih potencijala, pozitivnih o–trih valova ili fascikulacijskih potencijala) ili kronične promjene koje upućuju na denervaciju s naknadnom reinervacijom (npr. promjene u amplitudama akcijskih potencijala motorne jedinice, njihovoj duljini i regutiranju). Preporučeni protokol za elektromiografsku evaluaciju sindroma karpalnog tunela mogao bi izgledati tako da ispitamo sljedeće mišiće:

- M. abductor pollicis brevis
- Dva ili više mišića inervirana C6-C7 grana spinalnog flivca kao – to su m. pronator teres, m. triceps brachii, m. extensor digitorum superficialis ili profundus kako bi se utvrdila ili otklonila sumnja na radikulopatiju

Ako primijetimo abnormalne potencijale u m. abductor pollicis brevis trebalo bi ispitati dodatne mišiće, i to:

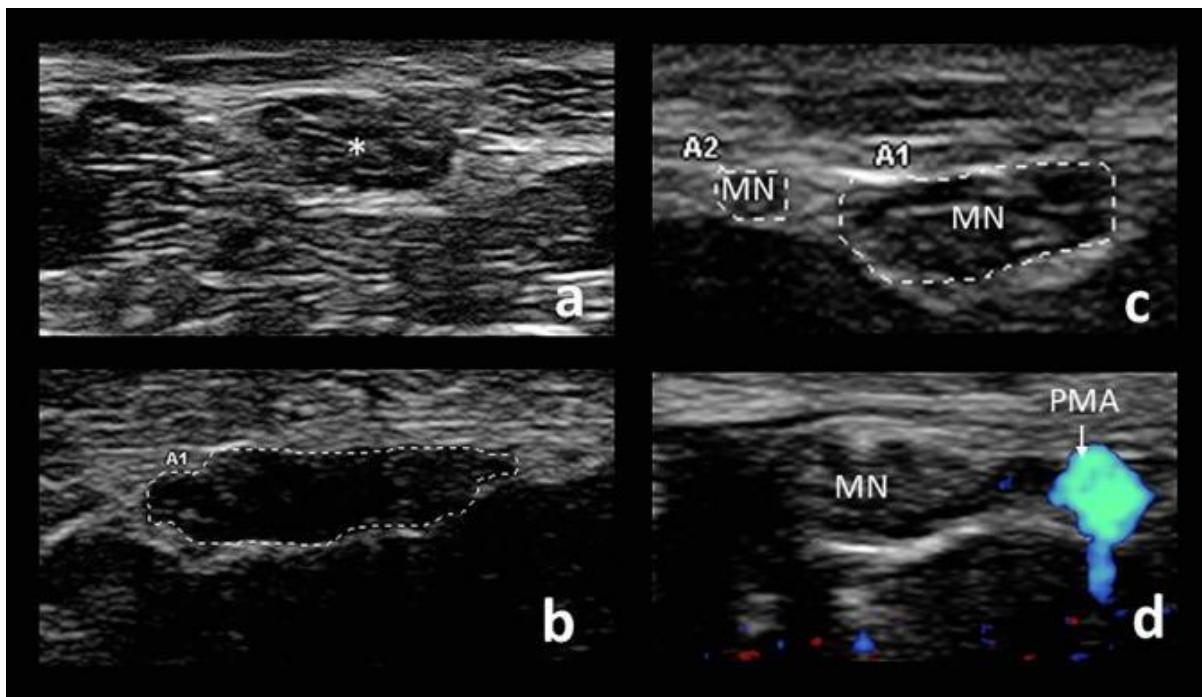
- Dva ili više proksimalna n. medianusom inervirana mišića (npr. m. flexor carpi radialis, m. pronator teres, m. flexor pollicis longus) kako bi se isključila proksimalna neuropatija n. medianusa
- Dva ili više mišića inervirana C8-Th1 grana spinalnih flivaca koje su nevezane za n. medianus (npr. prvi m. intreosseus dorsalis, m. extensor indicis proprius) kako bismo isključili brahijalnu pleksopatiju, polineuropatiju i C8-Th1 radikulopatiju [36]

### 8.3. Slikovne metode

Slikovne metode su korisne u dijagnostici sindroma karpalnog tunela u nekim slučajevima, pogotovo onima koje uključuju strukturne anomalije zapećaja – a kao – to su tumori, deformacije ili druge bolesti kostiju ili zglobova zapećaja. [37]

Prva metoda o kojoj možemo govoriti jest ultrazvuk. Ultrazvučna dijagnostika može mjeriti veličinu poprečnog presjeka flivaca, vaskularnosti flivaca, ehogenost flivaca i njihovu mobilnost. Zdravi flivac na ultrazvuku u svom poprečnom presjeku ima saastavni izgled zbog alternirajućeg relativno hiperehogenog epineurija i perineurija. U fokalnih neuropatijskim primjenjujemo povećanje poprečnog presjeka flivaca proksimalno od mesta kompresije kako

rezultat edema i upale. Potrebno je i provjeriti popre ni presjek flivca i proksimalnije i distalnije kako bi se prona-lo podru je u kojem je flivac naj-iri, jer se naj-iri dio mofle nalaziti distalnije zbog mobilnosti flivca. Drugi nalazi koji upu uju na kompresijske neuropatije su pri provo enju ultrazvu ne dijagnostike fokalnih neuropatija su splo-tenje flivca zbog pritiska, hipoehogenost, gubitak mobilnosti flivca i pove ana intraneuralna vaskularnost. U dijagnostici sindroma karpalnog tunela korisna je uspostava prosje ne povr-ine popre nog presjeka n. medianusa pri kojoj imamo osnovanu sumnju da se radi o to noj dijagnozi. Tako se u meta-analizi od Tai et al. iz 2012. koja je uzela u obzir 28 izdanih radova navodi kako je povr-inu popre nog presjeka od 9mm na proksimalnom ulazu u karpalni tunel dobra vrijednost kao dijagnosti ki kriterij s osjetljivo- u od 71 % i specifi no- u od 86%. [38] Alternativni pristup je mjerjenje povr-ine popre nog presjeka n. medianusa na spomenutom mjestu i presjeka 12 cm proksimalno od njega. To se naziva wrist-to-forearm ratio tj. na hrvatskom omjer zape- a naspram podlaktice. Koriste i ovaj pristup omjer ve i od 1.4 se pokazao dobrim dijagnosti kim kriterijem. Rezultati ove metode nisu mnogo bolji nego kada mjerimo samo povr-inu popre nog presjeka na proksimalnom ulazu u karpalni kanal pa ona sluffi kao nadopuna pri šgrani nim slu ajevima. Za pacijente s negativnim rezultatima elektromioneurografije, a pozitivnim ultrazvu nim nalazom preporu uje se da granica za postavljanje dijagnoze sindroma karpalnog tunela bude 14mm<sup>2</sup> povr-ine popre nog presjeka n. medianusa i wrist-to-forearm omjer od 1.8 i vi-e. Ako postoji podijeljeni (bifidni) n. medianus, onda moramo zbrojiti povr-ine popre nih presjeka obje grane i ako je rezultat ve i od 11mm<sup>2</sup> moflemo posumnjati na sindrom karpalnog tunela. Tako er uz bifidni n. medianus mofle do i i perzistiraju a a. Mediana, a informacija o njenom postojanju mofle biti korisna kirurgu prije kirur-kog zahvata dekompresije flivca. Ultrazvuk nam je i koristan kada uzrok kompresije nije uobi ajen, pa se njime mogu uo iti traumatski neuromi, -vanomi, lipofibromatozni hamartomi, ganglionoalne ciste, trombozirane perzistiraju e a. mediane, tenosinivitisi, akcesorni mi-i i, tofi od gihta itd. Postoperativno nakon dekompresije n. medianusa moflemo, ali ne nufno, primijetiti smanjenje povr-ine popre nog presjeka flivca, ali ipak vaflnije od toga jest da moflemo vidjeti je li se stvorilo offljno tkivo u ili oko flivca i je li vidljiv prethodno neprimije en uzrok simptoma kao npr. hamartom. [39] Ultrazvu na dijagnostika je gotovo jednako osjetljiva kao elektromioneurografija pri otkrivanju sindroma karpalnog tunela, -to nam govori da mofle biti koristan alat u dijagnosticiranju ove bolesti prije injena elektromioneurografije koja je zna ajno neugodnija za pacijenta. [40]



Slika 3 Presječni pogled na n.medianus (zvijezdica) u karpalnom tunelu (a) u usporedbi sa hipoehogenim, sploštenim, uvećanim n. medianusom kod sindroma karpalnog kanala, čija je površina poprečnog presjeka  $17\text{mm}^2$  (b). Česte anatomske varijacije uključuju bifidni n. medianus (c) i perzistirajuću a. Mediana (PMA), vidljivu dopplerom. Prema: Gonzalez NL, Hobson-Webb LD. Neuromuscular ultrasound in clinical practice: A review. Clinical Neurophysiology Practice. 2019 ;4:148-163. DOI: 10.1016/j.cnp.2019.04.006.

Sljedeća metoda jest magnetna rezonancija. Magnetska rezonancija (MRI) može otkriti abnormalnosti srednjeg flivca, tetiva fleksora, vaskularnih struktura i retinaculum flexorum u području karpalnog tunela. Međutim, dijagnostička korisnost MRI za CTS ostaje neizvjesna. Stoga je MRI rezervirana za neobične slučajeve kako bi se isključila masovna lezija. [41]

Ostale slikovne metode nemaju veliku primjenu u dijagnostici sindroma karpalnog tunela.

## 9. LIJEČENJE SINDROMA KARPALNOG TUNELA

Postoji mnogo metoda liječenja ili ublaflavanja simptoma sindroma karpalnog tunela. Neke od njih su konvencionalne i upotrebljuju se većugo, druge tek nastaju i ispituju se njihova učinkovitost, a treće su alternativne metode. Nabrojatemo nekoliko primjera.

Metode podrflane visokokvalitetnim dokazima:

• Postavljanje udlage

• Kortikosteroidi - oralna, lokalna injekcija, lokalna iontoporeza

• Kirurška dekompenzacija - otvorena (nekoliko varijacija, s ili bez tenosinovektomije), rekonstrukcija retinaculum flexorum i vanjska / unutarnja neuroliza; sve se inicira

jednako u inkovite, bez jasnih dokaza koji podupiru upotrebu sloflenijih postupaka); endoskopska (jedan ili dva ulaza)

Ostali tretmani:

ÉDiuretici

ÉNesteroidni protuupalni lijekovi

ÉOdmor ili izmjena aktivnosti

ÉVježbe klizanja flivaca i tetiva (eng. nerve and tendon gliding)

ÉVitamin B-6

ÉSamo sinovektomija

ÉKiropraktička manipulacija zape– a

ÉJoga

ÉUltrasonografija

ÉAkupunktura

ÉPrimjena seratiopeptidaze

ÉMagnetna terapija

ÉKognitivna bihevioralna terapija

ÉLidoderm flasteri

## 9.1 Konzervativna terapija

Kao prvu liniju liječenja u blagim i umjerenim slučajevima primjenitemo konzervativnu neinvazivnu terapiju. Neoperativno liječenje s najjačim dokazima u inkovitosti su postavljanje udlage i injekcije steroida. Američka neurološka akademija predlaže udlagu, modificiranje aktivnosti i nesteroidne protuupalne lijekove (i diuretike ako postoji oticanje udova) kao konzervativno liječenje, nakon čega slijedi injekcija steroida i kirurški zahvat ako konzervativna terapija ne uspije ili kod pacijenata s progresivnim motoričkim deficitom. Međutim, modifikacija aktivnosti, diuretici i nesteroidni protuupalni lijekovi nemaju pozitivnu potporu ni u jednom randomiziranom ispitivanju. Tako je metaanaliza nekoliko

randomiziranih ispitivanja pokazuje da dodatak vitamina B-6 ima zanemariv terapeutski u inak. [42]

I udlage za zape–e i meko omatanje zglobova pokazali su pobolj–anje simptoma i funkcije u usporedbi s pacijentima koji nisu lije eni. Uklonjiva udlaga za zglob koja odrflava zglob u neutralnom poloflaju bez da izravne kompresije preko karpalnog tunela prufla mehani ki predah flivcu. Takve su udlage esto previ–e nezgrapne za dnevnu upotrebu, ali za one pacijente koji ih toleriraju no u, esto su u inkovit na in postizanja neometanog no nog sna. U ispitivanju koje je uspore ivalo udlagu s operacijom, 37% pacijenata iz skupine udlaga postiglo je zadovoljavaju e olak–anje simptoma samo ovim na inom lije enja, a udlage imaju i prednost –to su jeftine i bez ozbiljnih –tetnih u inaka. [43]

Kortikosteroidne injekcije kratkoro no uspje–no smanjuju simptome, dok su dugoro ni rezultati varijabilni. Pokazano je da sindrom karpalnog tunela reagira i na sistemske steroide i na lokalne steroide koji se daju u (ili blizu) zgloba injekcijom ili iontoporezom (transdermalna isporuka vo ena elektri nim poljem). Nuspojave oralnih steroida onemogu uju njihovu rutinsku upotrebu u lije enju sindroma karpalnog tunela, ali lokalna injekcija steroida nema uo lhive sistemske u inke i vrlo je niska u estalost lokalnih komplikacija. Po etna stopa odgovora na jednu injekciju steroida iznosi oko 70%, ali recidivi su esti. Ne postoje odgovaraju e dugoro ne studije koje bi omogu ile preciznu kvantifikaciju stope recidiva nakon prvih nekoliko mjeseci. Najpesimisti nije procjene sugeriraju da se 92% slu ajeva moglo ponoviti u dvije godine. [44] Nema dostupnih dokaza koji bi usmjeravali tijek lije enja recidiva nakon uspje–nosti prvog injektiranja kortikosteroida, iako je uobi ajena praksa davanja injekcije drugi ili ponekad i tre i put, a postoje anegdotalna izvje–a o dugotrajnom odrflavanju pacijenata na ponavljanju im injekcijama.

Danas se javljaju i neke novije metode lije enja, kao –to je perineuralna injekcija 5% dekstroze. U 2017. godini Wu i sur. [45] objavili su randomizirano dvostruko slijepo klini ko ispitivanje koje je pokazalo da su blagotvorni u inci nakon jedne perineuralne injekcije vo ene ultrazvukom s 5mL 5% dekstroze u bolesnika s blagim do umjerenim sindromom karpalnog tunela trajali najmanje 6 mjeseci. Tmovi–e, pokazali su da je ova nova metoda superiornija od injekcije kortikosteroida 4. i 6. mjesec nakon injekcije, jer su blagotvorni u inci bili izrafleniji nego nakon injekcije kortikosteroida. [46] Li i sur. retrospektivno su pratili 185 pacijenata s razliitim stupnjevima sindroma karpalnog tunela koji su primili perineuralnu injekciju pod ultrazvukom s 10mL 5% dekstroze najmanje 1 godinu nakon

injekcije (prosje no 1-3 godine pra enja). Rezultati su pokazali da je 88,6% bolesnika imalo dobre ishode (ublaflavanje simptoma  $\times 50\%$  u odnosu na prethodno ubrizgavanje), a 62,7% bolesnika ocijenilo je izvrsnim ishodom (ublaflavanje simptoma  $\times 70\%$ ). <sup>T</sup>Movi-e, samo su 2 pacijenta operirana u ovoj studiji. [47] Stoga bi perineuralna injekcija 5% dekstroze mogla zna ajno pove ati stopu uspje-nosti konzervativne terapije i smanjiti stopu kirur-kih zahvata u usporedbi s trenutnim konzervativnim lije enjem, u kojem 57% do 66% pacijenata ide na operaciju nakon 1 do 3 godine zbog neuspjeha konzervativnog lije enja. Budu a istraflivanja dati e nam vi-e informacija o ovoj metodi lije enja.

Identificirani prediktori neuspjeha konzervativnog lije enja uklju uju dijabetes, starost ve u od 50 godina i tefli oblik sindroma (s motornim i senzornim ispadima). Kada konzervativna terapija postane neu inkovita u smanjenju simptoma ili oni progrediraju treba prije i na invazivne metode lije enja. [48] [13]

## 9.2 Invazivna terapija

Kirur-ko osloba anje karpalnog tunela preporu uje se za te-ke slu ajeve sindroma karpalnog tunela, kao -to je slabljenje mi-i a tenara, slabost opozicije palca ili kada konzervativno lije enje nije uspjelo. U operaciji otvorenog osloba anja karpalnog kanala, kirurg stvara oko 5 cm duga ak rez na zape- u. Nakon toga koristi uobi ajene kirur-ke instrumente kako bi prerezao retinaculum flexorum i samim time uklanja jednu vrstu granicu karpalnog tunela. U endoskopskom osloba anju karpalnog tunela, kirurg napravi dva reza od oko 1 cm. Jedan je na zape- u i jedan na dlanu. Ova operacije se danas naj e- e provode u sklopu dnevne kirurgije pod lokalnom anestezijom, iako se u povijesti provodila u operacijskoj sali u op oj anesteziji. U svojoj metaanalizi Sayegh i Strauch su primijetili da su dokazi iz randomiziranih kontroliranih ispitivanja pokazuju da endoskopsko otpu-tanje omogu uje raniji povratak na posao i pobolj-anu snagu -ake tijekom ranog postoperativnog razdoblja. Rezultati za 6 mjeseci ili kasnije su sli ni u oba pristupa, osim -to pacijenti koji se podvrgavaju endoskopskom otpu-tanju imaju ve i rizik od ozljede flivaca i nifli rizik od bolnosti ofiljka u usporedbi s otvorenim pristupom. [49] Kada osoba boluje od sindroma karpalnog tunela na obje ruke treba u initi kirur-ki zahvat osloba anja u jednom ili u dva akta. Park i sur. pokazali su da je dvostrano istodobno osloba anje imalo nifli ukupan iznos tro-kova i ve u ukupnu u inkovitost od bilateralnih kirur-kih zahvata osloba anja u dva akta. [50] Bolesnici s obostranim istodobnim otpu-tanjem imaju ozbiljnija funkcionalna o-te enja tijekom prvih nekoliko postoperativnih dana, ali nakon 2 ili 3 dana ograni enja su sli na onima s jednostranim osloba anjem. [51] Pacijenti s istodobnim osloba anjem se vra aju na posao u

puno kra em vremenu (2,5 tjedna) od oni sa zahvatom u dva akta koji se vra aju 1 do 3 tjedna kasnije ili vi-e od 3 tjedna kasnije (6 tjedana). [52] Operacija ponekad može biti i neuspje-na u uklanjanju boli. Takvi se neuspjesi uglavnom pripisuju pogre-noj dijagnozi (simptomi su zapravo posljedica drugih uzroka, bez obzira postoji li ili ne lezija medianusa na zape-u), kirur-kim pogre-kama (od kojih je naje-a nepotpuno rezerviranje retinaculum flexorum [53]) i odga anju lije enja do to ke kada je funkcija n. medianusa van mogu nosti oporavka. Manjina je rezultat vi-e nepredvidivih kirur-kih komplikacija: nemamjernih o-te enja flivaca i filia, infekcija, bolnih ofiljaka i sloflenog regionalnog sindroma boli. Pacijenti s CTS-om koji su operirani prije postizanja stupnja 6 na Canterburyjskoj ljestvici iji simptomi ne reagiraju na operaciju, trebali bi ponoviti elektromioneurografiju u roku od tri mjeseca, a ako se ne pokazuju promjene ili pogor-anje, potrebno je izvr-iti ponovnu kirur-ku eksploraciju, posebno trafele i nepotpuni presje eni ligament. Slikovne metode također mogu, ali ne nuflno, pokazati ovu kirur-ku pogre-ku. [13] [48]

## **10. ZAKLJUČAK**

Danas se jo– uvijek dijagnoza sindroma karpalnog tunela esto postavlja u uznapredovaloj fazi bolesti. Ponekad ak toliko kasno da do e do atrofije i poprili ne denervacije mi-i a tenara –to ima za posljedicu gubitak funkcije hvatanja i primanja predmeta i zapravo predstavlja trajnu invalidnost izazvanu relativno lako rje–ivim medicinskim problemom.

esto se pacijenti s ovom dijagnozom koja ima specifi nu klini ku sliku –alju na nepotrebne dijagnosti ke pretrage naj e–e slikovnog tipa (npr. MRI vratne kraljevnice) koje predstavljaju nepotrebni tro–ak za zdravstveni sustav. Ali, rezultati terapije napreduju i postaju bolji nego –to su bili u pro–losti. Na kraju ovoga rada možemo zaklju iti da razvojem tehnologije dolazimo do novih spoznaja o ovoj bolesti i do novih metoda dijagnostike i lije enja koje nam mogu smanjiti mogu nost pogre–ke i pobolj–ati rezultate terapije (po mogu nosti prije prelaska na invazivnu kirur–ku obradu).

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se svojoj mentorici, prof.dr.sc. Ervini Bili na iskazanom povjerenju, strpljenju i pomoći u izradi ovog diplomskog rada.

Posebno se zahvaljujem obitelji, brati u Svenu, prijateljima iz grupe Pauk, prijateljici iz Italije Iuliji, prijateljici iz Rusije Evelini, prijateljima iz Poljske, prijatelju Nikoli Urincu i Nikoli Roflmanu i svim ostalim prijateljima i prijateljicama koji su me podupirali, podržali i inspirirali u mome radu.

## LITERATURA

- [1] Aboonq MS. *Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*. 2015 Jan;20(1):4-9..
- [2] N. L. Ashworth, »MedScape,« 30 March 2020. [Mrefno]. Available: <https://www.medscape.com/answers/327330-84858/what-are-the-racial-predilections-of-carpal-tunnel-syndrome-cts>. [Poku–aj pristupa 24 June 2021.].
- [3] Burton C, Chesterton LS, Davenport G. *Diagnosing and managing carpal tunnel syndrome in primary care. Br J Gen Pract*. 2014 May;64(622):262-3. doi: 10.3399/bjgp14X679903. PMID: 24771836; PMCID: PMC4001168..
- [4] G. Aumuller, G. Aust, J. Engele i J. e. a. Kirsch, Anatomija 3. prera eno izdanje, Zagreb: Medicinska naklada, 2018..
- [5] Bezerra AJ, Carvalho VC, Nucci A. *An anatomical study of the palmar cutaneous branch of the median nerve. Surg Radiol Anat*. 1986;8(3):183-8. doi: 10.1007/BF02427847. PMID: 3099409.
- [6] Dang AC, Rodner CM. *Unusual compression neuropathies of the forearm, part II: median nerve. J Hand Surg Am*. 2009 Dec;34(10):1915-20. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.10.017. PMID: 19969200..
- [7] D. Quan, V. Vedanarrayan, A. Arturo Leis i T. Oswald, »Upper extremity focal neuropathies,« u *AANEM 60th Annual Meeting*, San Antonio, 2013..
- [8] Hartz CR, Linscheid RL, Gramse RR, Daube JR. *The pronator teres syndrome: compressive neuropathy of the median nerve. J Bone Joint Surg Am*. 1981 Jul;63(6):885-90. PMID: 7240329..
- [9] Henry BM, Zwinczewska H, Roy J, Vikse J, Ramakrishnan PK, Walocha JA, Tomaszewski KA. *The Prevalence of Anatomical Variations of the Median Nerve in the Carpal Tunnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One*. 2015 Aug 25;10(8):e0136477. doi: 10.13.

- [10] Ramage JL, Varacallo M. *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Hand Guyon Canal*. 2020 Sep 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 30521235..
- [11] Presazzi A, Bortolotto C, Zacchino M, Madonia L, Draghi F. *Carpal tunnel: Normal anatomy, anatomical variants and ultrasound technique*. J Ultrasound. 2011 Mar;14(1):40-6. doi: 10.1016/j.jus.2011.01.006. Epub 2011 Feb 3. PMID: 23396809; PMCID: PMC3558235..
- [12] Bland JD, Rudolfer SM. *Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991-2001*. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2003 Dec;74(12):1674-9. doi: 10.1136/jnnp.74.12.1674. PMID: 14638888; PMCID: PMC1757436..
- [13] Bland JD. *Carpal tunnel syndrome*. BMJ. 2007 Aug 18;335(7615):343-6. doi: 10.1136/bmj.39282.623553.AD. PMID: 17703044; PMCID: PMC1949464..
- [14] V. B. e. al, Neurologija za medicinare, Zagreb: Medicinska naklada, 2019..
- [15] Muller M, Tsui D, Schnurr R, Biddulph-Deisroth L, Hard J, MacDermid JC. *Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review*. J Hand Ther. 2004 Apr-Jun;17(2):210-28. doi: 10.1197/j.jht.2004.02.00.
- [16] Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hargens AR, Lundborg GN, Akeson WH. *The carpal tunnel syndrome. A study of carpal canal pressures*. J Bone Joint Surg Am. 1981 Mar;63(3):380-3. PMID: 7204435..
- [17] Ettema AM, Amadio PC, Zhao C, Wold LE, An KN. *A histological and immunohistochemical study of the subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome*. J Bone Joint Surg Am. 2004 Jul;86(7):1458-66. doi: 10.2106/00004623-200407000-00014. PMID.
- [18] Pope D, Tang P. *Carpal Tunnel Syndrome and Distal Radius Fractures*. Hand Clin. 2018 Feb;34(1):27-32. doi: 10.1016/j.hcl.2017.09.003. PMID: 29169594..

- [19] Aroori S, Spence RA. *Carpal tunnel syndrome*. *Ulster Med J*. 2008 Jan;77(1):6-17. PMID: 18269111; PMCID: PMC2397020..
- [20] Stevens JC, Sun S, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. *Carpal tunnel syndrome in Rochester, Minnesota, 1961 to 1980*. *Neurology*. 1988 Jan;38(1):134-8. doi: 10.1212/wnl.38.1.134. PMID: 3336444..
- [21] Nordstrom DL, Vierkant RA, DeStefano F, Layde PM. *Risk factors for carpal tunnel syndrome in a general population*. *Occup Environ Med*. 1997 Oct;54(10):734-40. doi: 10.1136/oem.54.10.734. PMID: 9404321; PMCID: PMC1128928..
- [22] Solomon DH, Katz JN, Bohn R, Mogun H, Avorn J. *Nonoccupational risk factors for carpal tunnel syndrome*. *J Gen Intern Med*. 1999 May;14(5):310-4. doi: 10.1046/j.1525-1497.1999.00340.x. PMID: 10337041; PMCID: PMC1496575..
- [23] Hakim AJ, Cherkas L, El Zayat S, MacGregor AJ, Spector TD. *The genetic contribution to carpal tunnel syndrome in women: a twin study*. *Arthritis Rheum*. 2002 Jun 15;47(3):275-9. doi: 10.1002/art.10395. PMID: 12115157..
- [24] Barcenilla A, March LM, Chen JS, Sambrook PN. *Carpal tunnel syndrome and its relationship to occupation: a meta-analysis*. *Rheumatology (Oxford)*. 2012 Feb;51(2):250-61. doi: 10.1093/rheumatology/ker108. Epub 2011 May 17. PMID: 21586523..
- [25] You D, Smith AH, Rempel D. *Meta-analysis: association between wrist posture and carpal tunnel syndrome among workers*. *Saf Health Work*. 2014 Mar;5(1):27-31. doi: 10.1016/j.shaw.2014.01.003. Epub 2014 Jan 31. PMID: 24932417; PMCID: PMC4048004..
- [26] Mediouni Z, Bodin J, Dale AM, Herquelot E, Carton M, Leclerc A, Fouquet N, Dumontier C, Roquelaure Y, Evanoff BA, Descatha A. *Carpal tunnel syndrome and computer exposure at work in two large complementary cohorts*. *BMJ Open*. 2015 Sep 9;5(9):e008156. doi:.
- [27] Kozak A, Schedlbauer G, Wirth T, Euler U, Westermann C, Nienhaus A. *Association between work-related biomechanical risk factors and the occurrence of carpal tunnel*

*syndrome: an overview of systematic reviews and a meta-analysis of current research.*  
*BMC Mu.*

- [28] Pourmemari MH, Shiri R. *Diabetes as a risk factor for carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis.* *Diabet Med.* 2016 Jan;33(1):10-6. doi: 10.1111/dme.12855. Epub 2015 Aug 18. PMID: 26173490..
- [29] Palumbo CF, Szabo RM, Olmsted SL. *The effects of hypothyroidism and thyroid replacement on the development of carpal tunnel syndrome.* *J Hand Surg Am.* 2000 Jul;25(4):734-9. doi: 10.1053/jhsu.2000.8642. PMID: 10913216..
- [30] Imamura H, Isu T, Iwasaki Y, Sugimoto S, Abe H, Tashiro K. [Carpal tunnel syndrome in acromegaly--4-case report and review of literature]. *Hokkaido Igaku Zasshi.* 1989 Sep;64(5):642-7. Japanese. PMID: 2591876..
- [31] H. Y. i. Y. B. Intissar Haddiya, »Why does Carpal Tunnel Syndrome Still Occur in our Chronic Hemodialysis Patients?« *Journal of Nephrology & Therapeutics*, 21 May 2018..
- [32] D'Arcy CA, McGee S. *The rational clinical examination. Does this patient have carpal tunnel syndrome?* *JAMA.* 2000 Jun 21;283(23):3110-7. doi: 10.1001/jama.283.23.3110. Erratum in: *JAMA* 2000 Sep 20;284(11):1384. PMID: 10865306..
- [33] Ahn DS. *Hand elevation: a new test for carpal tunnel syndrome.* *Ann Plast Surg.* 2001 Feb;46(2):120-4. doi: 10.1097/00000637-200102000-00005. PMID: 11216604..
- [34] Dabbagh A, MacDermid JC, Yong J, Packham TL, Macedo LG, Ghodrati M. *Diagnostic accuracy of sensory and motor tests for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review.* *BMC Musculoskelet Disord.* 2021 Apr 7;22(1):337. doi: 10.1186/s12891-021-021-04.
- [35] Werner RA, Andary M. *Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome.* *Muscle Nerve.* 2011 Oct;44(4):597-607. doi: 10.1002/mus.22208. PMID: 21922474..
- [36] Preston DC, Shapiro BE. *Median neuropathy at the wrist.* In: *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations*, 3rd ed, Elsevier, 2013. p.267..

- [37] Chompoopong P, Preston DC. Neuromuscular ultrasound findings in carpal tunnel syndrome with symptoms mainly in the nondominant hand. *Muscle Nerve*. 2021 May;63(5):661-667. doi: 10.1002/mus.27148. Epub 2021 Jan 9. PMID: 33347620..
- [38] Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasound Med Biol*. 2012 Jul;38(7):1121-8. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026. Epub 2012 Apr 27. PMID: 225422..
- [39] Gonzalez NL, Hobson-Webb LD. Neuromuscular ultrasound in clinical practice: A review. *Clin Neurophysiol Pract*. 2019 Jul;12;4:148-163. doi: 10.1016/j.cnp.2019.04.006. PMID: 31886438; PMCID: PMC6921231..
- [40] Billakota S, Hobson-Webb LD. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: A retrospective review of 1,021 cases. *Clin Neurophysiol Pract*. 2017 Sep 15;2:188-191. doi: 10.1016/j.cnp.2017.07.004. PMID: 30214994; PMCID: PMC6123884..
- [41] Jarvik JG, Yuen E, Haynor DR, Bradley CM, Fulton-Kehoe D, Smith-Weller T, Wu R, Kliot M, Kraft G, Wang L, Erlich V, Heagerty PJ, Franklin GM. MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 2002 Jun 1.
- [42] O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;2003(1):CD003219. doi: 10.1002/14651858.CD003219. PMID: 12535461; PMCID: PMC6486195..
- [43] Gerritsen AA, de Vet HC, Scholten RJ, Bertelsmann FW, de Krom MC, Bouter LM. Splinting vs surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2002 Sep 11;288(10):1245-51. doi: 10.1001/jama.288.10.1245. PMID: 12215131..
- [44] Girlanda P, Dattola R, Venuto C, Mangiapane R, Nicolosi C, Messina C. Local steroid treatment in idiopathic carpal tunnel syndrome: short- and long-term efficacy. *J Neurol*.

1993;240(3):187-90. doi: 10.1007/BF00857526. PMID: 8482993..

[45] Wu YT, Ho TY, Chou YC, Ke MJ, Li TY, Tsai CK, Chen LC. Six-month Efficacy of Perineural Dextrose for Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. Mayo Clin Proc. 2017 Aug;92(8):1179-1189. doi: 10.1016/j.mayocp.2017.05.

[46] Wu YT, Ke MJ, Ho TY, Li TY, Shen YP, Chen LC. Randomized double-blinded clinical trial of 5% dextrose versus triamcinolone injection for carpal tunnel syndrome patients. Ann Neurol. 2018 Oct;84(4):601-610. doi: 10.1002/ana.25332. Epub 2018 Oct 4. PMID: 30.

[47] Li TY, Chen SR, Shen YP, Chang CY, Su YC, Chen LC, Wu YT. Long-term outcome after perineural injection with 5% dextrose for carpal tunnel syndrome: a retrospective follow-up study. Rheumatology (Oxford). 2021 Feb 1;60(2):881-887. doi: 10.1093/rheumatology.

[48] Calandruccio JH, Thompson NB. Carpal Tunnel Syndrome: Making Evidence-Based Treatment Decisions. Orthop Clin North Am. 2018 Apr;49(2):223-229. doi: 10.1016/j.ocl.2017.11.009. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29499823..

[49] Sayegh ET, Strauch RJ. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Orthop Relat Res. 2015 Mar;473(3):1120-32. doi: 10.1007/s11999-014-3835-z. Epub 2014 Aug 19. PMID: 25135849; PMCID: PMC4317413..

[50] Park KW, Boyer MI, Gelberman RH, Calfee RP, Stepan JG, Osei DA. Simultaneous Bilateral Versus Staged Bilateral Carpal Tunnel Release: A Cost-effectiveness Analysis. J Am Acad Orthop Surg. 2016 Nov;24(11):796-804. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00620. PMID: 27668.

[51] Osei DA, Calfee RP, Stepan JG, Boyer MI, Goldfarb CA, Gelberman RH. Simultaneous Bilateral or Unilateral Carpal Tunnel Release? A Prospective Cohort Study of Early Outcomes and Limitations. J Bone Joint Surg Am. 2014 Jun 4;96(11):889-896. doi: 10.2106/JBJ.

- [52] Nesbitt KS, Innis PC, Dubin NH, Wilgis EF. Staged versus simultaneous bilateral endoscopic carpal tunnel release: an outcome study. *Plast Reconstr Surg.* 2006 Jul;118(1):139-45; discussion 146-7. doi: 10.1097/01.prs.0000221073.99662.39. PMID: 16816686..
- [53] Assmus H. Korrektur- und Rezidiveingriffe beim Karpaltunnelsyndrom. Bericht über 185 Nachoperationen [Correction and reintervention in carpal tunnel syndrome. Report of 185 reoperations]. *Nervenarzt.* 1996 Dec;67(12):998-1002. German. doi: 10.1007/s0011500.
- [54] MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther.* 2004 Apr-Jun;17(2):309-19. doi: 10.1197/j.jht.2004.02.015. PMID: 15162113..
- [55] Hall B, Lee HC, Fitzgerald H, Byrne B, Barton A, Lee AH. Investigating the effectiveness of full-time wrist splinting and education in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Am J Occup Ther.* 2013 Jul-Aug;67(4):448-59..

## **POPIS ILUSTRACIJA**

- Slika 1 Pregled toka n. medianusa u zape– u i –aci (A), ekstraligamentozni tip toka tenarne motorne grane (B,C), subligamentozni tip toka tenarne motorne grane (D,E), transligamentozni tip toka tenarne motorne grane (F,G), ekstraligamentozni tip toka tenarne motorne grane sa odvajanjem sa ulnarne strane n. medianusa (H,I); prema: Henry BM, Zwinczevska H, Roy J, et al. The Prevalence of Anatomical Variations of the Median Nerve in the Carpal Tunnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Plos one.* 2015;10(8):e0136477. DOI: 10.1371/journal.pone.0136477. ....7
- Slika 2 Slika koja prikazuje umjerenu tenarnu atrofiju desne ruke kod mu–karca s bilateralnim sindromom karpalnog kanala. Prema: Aroori S, Spence RA. Carpal tunnel syndrome. *The Ulster Medical Journal.* 2008 Jan;77(1):6-17. ....11
- Slika 3 Presje ni pogled na n.medianus (zvijezdica) u karpalnom tunelu (a) u usporedbi sa hipoehogenim, splo–tenim, uve anim n. medianusom kod sindroma karpalnog kanala, ija je povr–ina popre nog presjeka 17mm<sup>2</sup> (b). este anatomske varijacije uklju uju bifidni n. medianus (c) i perzistiraju u a. Mediana (PMA), vidljivu dopplerom. Prema: Gonzalez NL, Hobson-Webb LD. Neuromuscular ultrasound in clinical practice: A review. *Clinical Neurophysiology Practice.* 2019 ;4:148-163. DOI: 10.1016/j.cnp.2019.04.006. ....22

## **ŽIVOTOPIS**

Rođen sam 10.8.1995. u gradu Zagrebu u Republici Hrvatskoj. Osnovnu školu završio sam u Osnovnoj školi Vugrovec ŠŠ Kačina u Vugrovcu. Srednju školu sam završio u Gimnaziji Sesvete. Medicinski fakultet upisujem 2014. godine. Te no govorim njemački i engleski jezik uz hrvatski. Posjedujem Certificate in advanced English (CAE) koji dokazuje razinu znanja engleskog jezika C1. Aktivni sam član udruge World Youth Alliance (WYA) u sklopu koje sam jedan od organizator Ljetne škole bioetike i ljudskih prava.