

# Fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela

---

**Hederić, Gregor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:863628>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





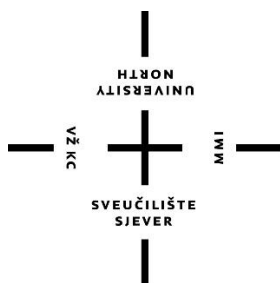
**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 354/FIZ/2024**

**Fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sindroma  
karpalnog tunela**

**Gregor Hederić, 0336058708**

Varaždin, rujan 2024. godine



# Sveučilište Sjever

Odjel za fizioterapiju

Završni rad br. 354/FIZ/2024

## Fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela

**Student**

Gregor Hederić, 0336058708

**Mentor**

Željka Kopjar, mag. physioth.

Varaždin, rujan 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za fizioterapiju

STUDIJ preddiplomski stručni studij Fizioterapija

PRISTUPNIK Gregor Hederič

MATIČNI BROJ 0336058708

DATUM 23.08.2024.

KOLEGIJ Fizioterapija II

NASLOV RADA Fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Physiotherapy interventions before and after syndrome surgerycarpal tunnel

MENTOR Željka Kopjar, mag. physioth.

ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. Anica Kuzmić, v. pred., predsjednik
2. Željka Kopjar, pred., mentor
3. Marija Arapović, pred., član
4. Nikolina Zaplatić degać, pred., zamjenski član
5. \_\_\_\_\_

## Zadatak završnog rada

BROJ 354/FIZ/2024

OPIS

U ovom radu istražuju se fizioterapijske intervencije koje se koriste prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela. Sindrom karpalnog tunela je najčešća neuropatija uzrokovana kompresijom n. medianusa unutar karpalnog tunela što rezultira boli, utrnulošću i smanjenom funkcijom ruke. Rad pruža pregled raznih fizioterapijskih metoda, uključujući konzervativne tretmane i postoperativne rehabilitacijske tehnike s ciljem što bolje skrbi pacijenata. Prije operacije, konzervativne metode kao što su vježbe za poboljšanje fleksibilnosti i snage, korištenje udloga i primjena ultrazvuka pokazale su se učinkovitima u smanjenju simptoma i poboljšanju funkcije ruke. Ovi tretmani služe kao zamjena ili priprema za kirurški zahvat ovisno o težini simptoma i reakciji pacijenta na terapiju.

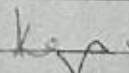
Poslije kirurškog liječenja, fizioterapijske intervencije usmjerene su na ubrzanje oporavka i vraćanje funkcija ruke. Postoperativna rehabilitacija uključuje mobilizaciju ožiljaka, kontrolu edema i vježbe za povećanje raspona pokreta i snage mišića. Primjena ultrazvuka kroz vodu također pomaže kod smanjenja postoperativnih simptoma i ubrzanja oporavka.

Ovaj rad naglašava važnost multidisciplinarnog pristupa u liječenju ovog sindroma. Primjena ovih intervencija značajno poboljšava ishod liječenja, smanjuje bol i vraća funkcionalnu sposobnost pacijentima čime se poboljšava njihova kvaliteta života.

ZADATAK URUČEN

23.08.2024

POTPIS MENTORA



## **Predgovor**

Zahvaljujem se mentorici mag. physioth. Željki Kopjar na njenom vremenu pomoći u oblikovanju i izradi završnog rada.

Također zahvaljujem svojoj obitelji na razumijevanju i podršci tijekom mog studija.

## Sažetak

U ovom radu istražuju se fizioterapijske intervencije koje se koriste prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela. Sindrom karpalnog tunela je najčešća neuropatija uzrokovana kompresijom n. medianusa unutar karpalnog tunela što rezultira boli, utrnulošću i smanjenom funkcijom ruke. Rad pruža pregled raznih fizioterapijskih metoda, uključujući konzervativne tretmane i postoperativne rehabilitacijske tehnike s ciljem što bolje skrbi pacijenata. Prije operacije, konzervativne metode kao što su vježbe za poboljšanje fleksibilnosti i snage, korištenje udloga i primjena ultrazvuka pokazale su se učinkovitima u smanjenju simptoma i poboljšanju funkcije ruke. Ovi tretmani služe kao zamjena ili priprema za kirurški zahvat ovisno o težini simptoma i reakciji pacijenta na terapiju. Poslje kirurškog liječenja, fizioterapijske intervencije usmjerene su na ubrzanje oporavka i vraćanje funkcija ruke. Postoperativna rehabilitacija uključuje mobilizaciju ožiljaka, kontrolu edema i vježbe za povećanje raspona pokreta i snage mišića. Primjena ultrazvuka kroz vodu također pomaže kod smanjenja postoperativnih simptoma i ubrzavanja oporavka. Ovaj rad naglašava važnost multidisciplinarnog pristupa u liječenju ovog sindroma. Primjena ovih intervencija značajno poboljšava ishod liječenja, smanjuje bol i vraća funkcionalnu sposobnost pacijentima čime se poboljšava njihova kvaliteta života.

**Ključne riječi:** Sindrom karpalnog tunela, fizioterapijske intervencije, multidisciplinirani pristup

## Summary

In this thesis the physiotherapy interventions used before and after the treatment of carpal tunnel syndrome are explored. Carpal tunnel syndrome is the most common neuropathy caused by compression of the median nerve within the carpal tunnel, resulting in pain, numbness, and reduced hand function. The paper provides an overview of various physiotherapy methods, including conservative treatments and postoperative rehabilitation techniques, aimed at providing the best possible care for patients. Before surgery, conservative methods such as exercises to improve flexibility and strength, the use of splints, and the application of ultrasound have been shown to be effective in reducing symptoms and improving hand function. These treatments serve as either an alternative to surgery or a preparation for it, depending on the severity of symptoms and the patient's response to therapy. After surgical treatment, physiotherapy interventions are focused on accelerating recovery and restoring hand function. Postoperative rehabilitation includes scar mobilization, edema control, and exercises to increase range of motion and muscle strength. The application of ultrasound through water also helps reduce postoperative symptoms and speeds up recovery.

This paper highlights the importance of a multidisciplinary approach in treating this syndrome. The application of these interventions significantly improves treatment outcomes, reduces pain, and restores functional ability to patients, thereby enhancing their quality of life.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, physiotherapy interventions, multidisciplinary approach

## **Popis korištenih kratica**

**KT** karpalni tunel

**SKT** sindrom karpalnog tunela

**RF** retinaculum flexorum

**AIN** anterior interosseus syndrome

**MGA** Martin-Gruber anastomoza

**RCA** Riche-Cannieu anastomoza

**EMNG** elektroneuromiografija

**MHz** megaherc

**TENS** transkutana električna nervna stimulacija



# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Anatomija karpalnog tunela.....	2
2.1. Inervacija tenara n. ulnarisom (all ulnar hand).....	3
2.2. Sindrom karpalnog tunela.....	3
2.3. Etiologija karpalnog tunela.....	4
2.4. Epidemiologija karpalnog tunela.....	4
3. Klinička slika.....	6
4. Fokalne neuropatije n. medianusa .....	7
4.1. AIN sindrom .....	7
4.2. Pronator teres sindrom.....	8
4.3. Sindrom suprakondilarnog nastavka .....	9
5. Dijagnostika.....	10
5.1. Klinički pregled .....	10
5.2. Provokacijski testovi .....	10
5.2.1. Tinelov znak .....	10
5.2.2. Phalenov test.....	11
5.2.3. Katzov dijagram .....	12
5.2.4. Test opterećenja .....	12
5.2.5. Durkanov test.....	12
5.3. EMNG .....	13
5.4. Ultrazvuk .....	14
5.5. Magnetska rezonanca .....	15
6. Liječenje .....	16
6.1. Konzervativno liječenje.....	16
6.1.1. Imobilizacija ručnog zgloba .....	16
6.1.2. Akupunktura .....	17
6.1.3. Kinesio taping.....	17
6.1.4. Vježbe i mobilizacijske tehnike šake.....	17
6.1.5. Terapijske vježbe .....	18

6.1.6.	Terapijski ultrazvuk .....	18
6.1.7.	Ultrazvuk kroz vodu .....	19
6.1.8.	Magnetoterapija .....	20
6.1.9.	Terapija laserom niske snage .....	20
6.1.10.	Kratkovalna dijatermija .....	21
6.1.11.	Primjena analgetskih struja.....	21
6.2.	Operativno liječenje.....	21
6.2.1.	Post operacijska rehabilitacija nakon dekompresije živca u karpalnom tunelu .....	22
6.2.2.	Cijeljenje rane nakon dekompresije živca .....	23
6.3.	Medikamentozno liječenje.....	23
7.	Prevenција .....	25
8.	Zaključak .....	26
9.	Literatura .....	27

# 1. Uvod

Sindrom karpalnog tunela predstavlja jedno od najčešćih oboljenja perifernih živaca, pri čemu dolazi do kompresije n. medianusa u području karpalnog tunela. Ovaj sindrom karakteriziraju simptomi poput bola, trnaca, slabosti i smanjenog osjeta u palcu, kažiprstu, srednjem prstu i dijelu prstenjaka, što može značajno utjecati na kvalitetu života i radnu sposobnost oboljelih. Prevalencija sindroma karpalnog tunela je visoka, posebno kod žena srednje životne dobi, što čini ovu temu relevantnom za istraživanje i praktičnu primjenu u okviru fizioterapijske prakse [1]. Prevalencija sindroma karpalnog tunela je visoka (3,8% u općoj populaciji), češća je kod žena srednje životne dobi (9,2 %) što čini ovu temu relevantnom za istraživanje i praktičnu primjenu u okviru fizioterapijske prakse jer značajno utječe na kvalitetu života i radnu sposobnost oboljelih [1]. Fizioterapijske intervencije imaju ključnu ulogu u liječenju i rehabilitaciji pacijenata sa sindromom karpalnog tunela. Pravilno odabrane i primijenjene intervencije mogu smanjiti simptome, poboljšati funkciju šake i smanjiti potrebu za kirurškim zahvatom. Međutim, izbor najboljih fizioterapijskih metoda i njihova efikasnost često su tema rasprava i istraživanja [2].

Tema ovog završnog rada su fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sindroma karpalnog tunela. Rad obuhvaća pregled literature koja se bavi različitim fizioterapijskim metodama, njihovim učincima i analizom predoperativnih i postoperativnih intervencija. U ovom su radu razrađene fizioterapijske intervencije koje pružaju najbolje rezultate u liječenju sindroma karpalnog tunela te kako pravilno odabrane metode mogu utjecati na brzinu oporavka i smanjenje simptoma [2].

## 2. Anatomija karpalnog tunela

Karpalni tunel je uski prostor u području zgloba šake koji igra ključnu ulogu u razvoju sindroma karpalnog tunela. Anatomska struktura ovog područja je kompleksna i sastoji se od koštanih i ligamentarnih elemenata koji stvaraju ograničen prostor kroz koji prolaze važne anatomske strukture. Karpalni tunel sastoji se od koštanog okvira, ligamentnog okvira i struktura karpalnog tunela [3]. Osnovu KT-a čini osam karpalnih kostiju koje su raspoređene u dva reda: proksimalni red koji se sastoji od čunaste (os scaphoideum), polumjesečaste (os lunatum), trokutaste (os triquetrum) i graškolike kosti (os pisiforme) i distalni red kojeg čine trapezna (os trapezium), trapezoidna (os trapezoideum), glavičasta (os capitatum) i kukasta kost (os hamatum). Ove kosti zajedno tvore svojevrsni tunel kroz koji prolaze tetive i živci [3]. Izraštaji krajnjih kostiju tvore izbočine na krajevima pešća: radijalnu izbočinu (lat. eminentia carpi radialis) koju oblikuju tuberculum ossis scaphoidei i tuberculum ossis trapezii i ularnu izbočinu (lat. eminentia carpi ulnaris) koju tvore os pisiforme i hamulus ossis hamate. Između tih izbočina nalazi se žlijeb (lat. sulcus carpi) koji prekriva široka četvrtasta sveza retinaculum flexorum (RF) koja je duga 4-5cm, široka između 2-3cm, debljine oko 5 cm i koja se pruža se preko karpalnih kostiju te stvara tunel [3].

N. medianus prolazi kroz karpalni tunel ispod RF-a, a ispred tetive m. flexor digitorum superficialis za 2. i 3. prst. Zbog ovakvog površinskog smještaja, nedostatka zaštite kao i neelastičnosti tetive retinaculum flexorum n. medianus je sklon kompresiji. Uz n. medianus kroz KT prolazi i 9 fleksornih tetiva (4 tetive m. flexor dig. superficialis, 4 tetive m. flexor dig. profundus i tetiva m. flexor pollicis longus [1].

U karpalnom tunelu n. medianus se dijeli na dvije grane: radijalnu i ularnu. Radijalna grana daje tri ogranka, dva za osjetnu inervaciju palmarne strane 1. i 2. prsta (n. digitalis palmaris pollicis radialis i n. digitalis palmaris communis primus) i ramus muscularis za m. abductor pollicis brevis, m. opponens pollicis i caput superficialis m. flexoris pollicis brevis. N. medianus osjetno inervira prvi, drugi i treći prst te radijalnu polovicu četvrtog prsta, dok motorički inervira sve fleksore i pronatore podlaktice, osim m. flexor carpi ulnaris i ularne polovice m. flexor dig. profundus, m. opponens, caput superficialis m. flexoris pollicis brevis te 1. i 2. lumbrikalni mišić [4].

Karpalni tunel je bogat krvnim žilama koje opskrbljuju živac i tetive. Arterijske grane koje opskrbljuju karpalni tunel dolaze iz radijalne i ularne arterije. Dobar vaskularni protok važan je za održavanje normalne funkcije tetiva i živaca, a kompresija i oštećenje žila može dodatno pogoršati simptome sindroma. Vaskularna mreža osigurava nutrijente i kisik strukturama unutar tunela, a smanjeni protok krvi može izazvati ishemiju živca. Anatomske varijacije poput zadebljanja fleksorskog retinakula ili

abnormalnosti u položaju tetiva, mogu smanjiti prostor unutar karpalnog tunela i povećati rizik od kompresije n. medianusa. Ponavljajući pokreti poput savijanja zapešća, upalne bolesti ili ozljede zapešća mogu dodatno smanjiti prostor unutar tunela i povećati pritisak na živac [3].

## **2.1. Inervacija tenara n. ulnarisom (all ulnar hand)**

Kada u slučaju inače klinički tipičnog sindroma karpalnog tunela ili traumatske discizije n. medianusa nije došlo do atrofije tenara sumnja se na postojanje fiziološke varijacije inervacije tenara n. ulnarisom (all ulnar hand). Postoje četiri varijacije komunikacije n. ulnarisa sa n. medianusom, dvije varijacije se opisuju u području podlaktice, a dvije u području dlana [9].

Medijan-ulnarna komunikacija na podlaktici naziva se Martin-Gruber anastomoza (MGA). Značaj MGA anastomose je u tome da kod lezija medijalnog živca, koja je smještena proksimalno i dalje će postojati inervacija tenara zbog MGA, dok na lezije ispod te razine ne postoji utjecaj zbog MGA na mišiće tenara [5].

Marinacci komunikacija također je opisana na podlaktici ali uključuje samo osjetna živčana vlakna koja polaze distalno od n. medianusa, proksimalno do n. ulnarisa.

Riche-Cannieu anastomoza predstavlja neuralni kontakt između duboke grane ulnarnog živca i rekurentne grane n. medianusa na području tenara. Dok su anastomoze na podlaktici prilično rijetke istraživanja pokazuju da je frekvencija RCA 77-83% u općoj populaciji. Na tu anastomozu treba posumnjati kada postoji značajno oštećenje n. medianusa, a na tenaru nema kliničkih znakova oštećenja te se zbog Riches-Cannieu anastomoze potpuno oštećenje n. medianusa može interpretirati kao djelomično oštećenje [5].

Područje Berretini anastomoze proteže od srednje polovice hipotenara, uz radijalnu stranu dlana te poprečno preko dlana do tenara. (područje dlana između tenara i hipotenara). Važnost ove anastomoze je u njenom položaju jer kirurzi liječenje sindroma karpalnog tunela uglavnom rade na području Berrettini anastomose. Zbog njene učestalosti u općoj populaciji (81%) neki istraživači smatraju da Berretini anastomozu treba uzimati kao anatomske nalaz, a ne kao fiziološku varijantu [5].

## **2.2. Sindrom karpalnog tunela**

Prvi opis i klasifikaciju sindroma karpalnog tunela dao je 1854. Paget. Sindrom karpalnog tunela je kompresivna neuropatija koja zahvaća živac n. medianus u području karpalnog tunela.

Kompresija n. medianusa nastala proksimalno od polazišta ramus muscularis uzrokuje slabost mišića tenara te dolazi do nemogućnosti izvođenja pokreta opozicije i abdukcije palca što uzrokuje atrofiju ili hipotrofiju, a takav izgled šake naziva se „majmunška šaka“. Palmarna kutana grana n. medianusa

odvaja se proksimalno, otprilike 5 do 6 cm od distalne poprečne fleksijske kožne brazde, pruža se prema distalno i daje senzornu inervaciju za središnji dio dlana i tenar. Važnost poznavanja anatomije navedenog senzornog ogranka je u tome da u slučaju kompresije n. medianusa prije odvajanja distalne kutane grane u području karpalnog tunela nema ispada osjeta u području dlana, dok kod kompresije n. medianusa proksimalno od odvajanja palmarne kutane grane postoji ispad osjeta u području korijena dlana [6].

### **2.3. Etiologija karpalnog tunela**

Faktori rizika za razvoj sindroma karpalnog tunela mogu biti dob, spol, genetski i antropometrijski faktori. Etiologija sindroma karpalnog tunela može biti povezana s poslom, stilom života, ozljedama ili genetskim predispozicijama. Ponavljajuća izloženost vibracijama ili snažnim kutnim pokretima smatra se najčešćim uzrocima sindroma karpalnog tunela. Određene bolesti također mogu biti povezane s povećanim rizikom za razvoj sindroma karpalnog tunela. Sindrom se također češće pojavljuje kod žena i starije populacije [3]. Od anatomskih faktora na nastanak sindroma može utjecati veličina karpalnog tunela tako da osobe s manjim karpalnim tunelom imaju veći rizik od razvoja sindroma. Anatomske varijacije poput zadebljanja fleksornog retinakula ili prisutnosti ganglionu mogu dodatno smanjiti prostor unutar tunela [3]. Fiziološki faktori koji utječu na nastanak sindroma su hormonske promjene (trudnoća, menopauza i poremećaji štitnjače jer mogu uzrokovati zadržavanje tekućine i oticanje tkiva unutar karpalnog tunela), metabolički poremećaji (stanja poput dijabetesa i reumatoidnog artritisa povezana su s povećanim rizikom razvoja sindroma karpalnog tunela zbog upale i oticanja sinovijalnih ovojnica tetiva). Postoje i rijetke bolesti unutar samog karpalnog tunela na koje se može posumnjati u nedostatku ostalih faktora rizika a to su : neurofibrom, gangliom, arteriovenske malformacije, anomalije mišića i tetiva. Takvi uzročnici obično se otkriju tek intraperacijski. U oko 50% slučajeva uzrok ipak nije moguće otkriti, te se ti pacijenti ubrajaju u idiopatske slučajeve [3].

### **2.4. Epidemiologija karpalnog tunela**

Sindrom karpalnog tunela najčešći je kanalikularni sindrom na ljudskom tijelu, a manifestira se ispadima u inervacijskom području živca medianusa s učestalošću između 50 i 150 slučajeva na 100.000 stanovnika. Prevalencija ovog sindroma razlikuje se ovisno o populaciji i studijima, ali se procjenjuje da pogađa oko 3.8% odraslih osoba u općoj populaciji. Češći je kod žena nego kod muškaraca, s omjerom otprilike 3:1. Žene u dobi između 45 i 64 godina posebno su osjetljive, što se može djelomično objasniti hormonskim promjenama i manjom veličinom karpalnog tunela u odnosu

na muškarce. Incidencija raste s dobi, a najčešće se javlja u srednjoj i staroj životnoj dobi. Zaposlenici u određenim zanimanjima imaju povećan rizik razvoja sindroma zbog njihovog posla. To uključuje zanimanja koja zahtijevaju ponavljajuće pokrete zapešća, upotrebu vibrirajućih alata ili prisilne položaje zapešća. Prevalencija je visoka među radnicima u industriji, poljoprivredi, građevinarstvu i administraciji. Genetska predispozicija također ima ulogu u razvoju sindroma. Osobe s obiteljskom anamnezom sindroma karpalnog tunela imaju veći rizik razvoja ovog stanja [3]. Povećana je prevalencija kod osoba koje rade učestale pokrete sa šakama, posebno kod poslova kod koji zahtijevaju da se šake duže vrijeme zadržavaju u neprimjerenom položaju (fleksija ručnog zgloba). U recentnoj studiji Junga i sur. dokazano je da poljoprivrednici (posebno voćari) imaju visoku prevalenciju SKT-a. U prospektivnoj multicentričnoj studiji ispitivanje se izvodilo na djelatnicima u proizvodnim zanimanjima i uslužnim djelatnostima a osvrst je bio na analizi snage šake, broju ponavljanja kretnji u ručnom zglobu i vrijeme trajanja rada sa šakom. Zaključak je bio da je snaga šake važnija za nastanak SKT-a od broja ponavljanja pokreta u ručnom zglobu [1].

### 3. Klinička slika

Sindrom karpalnog tunela se klinički manifestira nizom karakterističnih simptoma koji su posljedica kompresije n. medianusa unutar karpalnog tunela, a ovise o trajanju i jačini kompresije tog živca. Klinička slika obično započinje sa subjektivnim tegobama pacijenata kao što su parestezije, trnci i bolovi dva ili više prstiju šake, (prvi, drugi i treći prst). Bol i parestezije mogu se širiti palmarnom stranom prema ručnom zglobu i laktu. Nekada parestezije zahvaćaju samo jedan od prva tri prsta šake s palmarne strane, a da se ipak postavlja dijagnoza sindroma karpalnog tunela [7]. Klinički simptomi SKT-a kategoriziraju se u tri stadija. U prvom stadiju koji je ujedno i najblaži pacijenti se bude noću uz trnce i osjećaj otekline šake koja nije vidljiva. Simptomi se javljaju u prva tri prsta i moguće u radijalnoj polovici četvrtog prsta. Bolovi se šire prema laktu, a nekad i prema ramenu. Simptomi nestaju nakon trešnje ruke, trzanja i promjene položaja šake. U drugom stadiju simptomi su prisutni i tijekom dana, osobito pri ponavljanim kretnjama šake i zadržavanju šake duže vrijeme u istom položaju. Prisutna je nespretnost šake prilikom rada rukama te dolazi do ispadanje predmeta iz ruku. U trećem stadiju koji je ujedno i najteži stadij vidljiva je hipotrofija ili atrofija tenara uz simptome prvog i drugog stadija. Precizne radnje šakom kao što je otkopčavanje dugmadi, držanje stvari u rukama, zatvaranje staklenki, znatno je otežano. U trećem stadiju oštećena su motorna vlakna n. medianusa, a to se očituje nemogućnošću izvođenja abdukcije i opozicije palca [7].

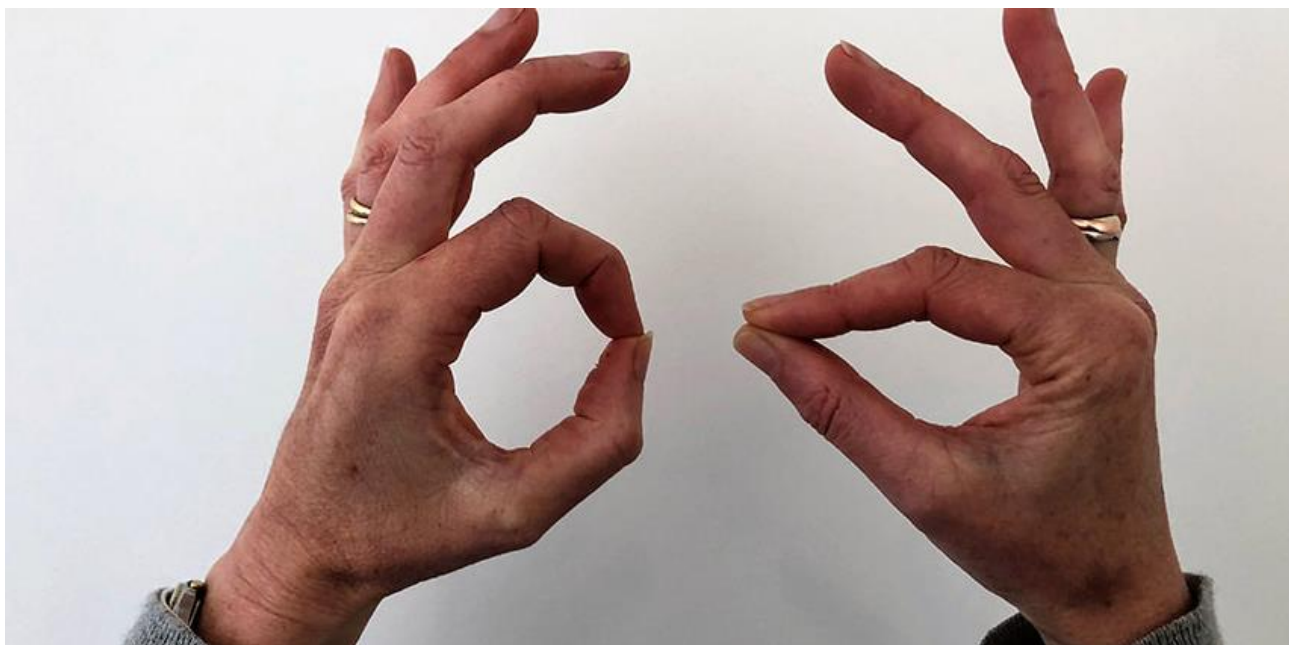


## 4. Fokalne neuropatije n. medianusa

Osim karpalnog tunela postoje još neke neuropatije n. medianusa. To su: anterior interosseous sindrom, pronator teres sindrom te sindrom suprakondilarnog nastavka. [8,9,10].

### 4.1. AIN sindrom

AIN sindrom (anterior interosseus syndrome) je stanje koje rezultira motoričkim nedostacima, a ne gubitkom osjeta što utječe na mišiće palca, kažiprsta i podlaktice. Može nastati zbog raznih uzroka npr. trauma, prijeloma ili kompresijske neuropatije. N. interosseus anterior polazi od n. medianusa i putuje kroz podlakticu. Inervira flexor pollicis longus, dio flexor digitorum profundusa i pronator quadratus. Ako se ovaj živac ošteti dolazi do poteškoća u izvođenju finih motoričkih zadataka poput štibanja i hvatanja. Kada se pacijentu kaže da uhvati neki predmet sa samo prva dva prsta, možemo primjetiti da su distalni interfalangealni zglobovi oba prsta ekstenzidrani dok su proksimalni interfalangealni zglob kažiprsta i metakarpofalangealni zglob palca flektirani kao što je prikazano na slici 4.1. Dijagnoza se temelji na kliničkom pregledu, a elektromiografija pomaže potvrditi stanje. Liječenje je na početku konzervativno i uključuje mirovanje, udlage i fizikalnu terapiju, a u slučajevima dugotrajnih simptoma može se primjeniti kirurška dekompresija. Neki pacijenti dožive potpuni oporavak, dok drugi imaju dugotrajne nedostatke zbog velikog oštećenja živca [8].



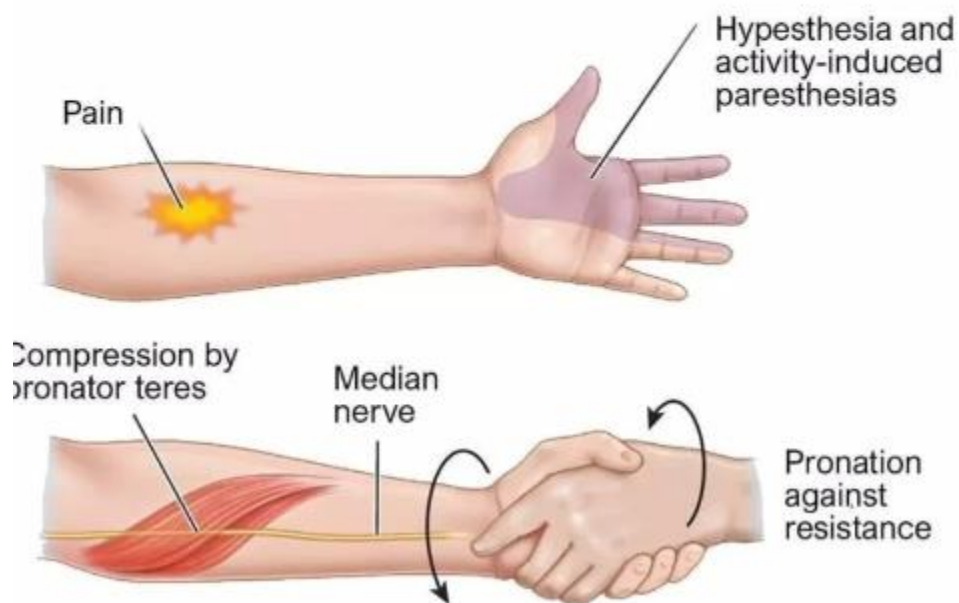
Slika 4.1. AIN sindrom

Izvor: <https://www.intouchhandtherapy.co.nz/our-blog/anterior-interosseous-nerve-syndrome>

## 4.2. Pronator teres sindrom

Ovaj sindrom uzrokovan je kompresijom n. medianusa m. pronatorom teresom na podlaktici. M. pronator teres nastaje iz dvije glave: veće humeralne glave gornjeg dijela medijalnog epikondila i manje ulnarne glave iz koronoidnog nastavka ulne. Prolaze do podlaktice, tvore zajedničku tetivu pregibača i umeću se u radijalnu osovinu. Brzi i repetitivni pokreti hvatanja ili pronacije mogu uzrokovati hipertrofiju m. pronatora teresa i uklještenje n. medianusa. Sindrom se manifestira bolom u volarnoj regiji koja se pogoršava pronacijom podlaktice, fleksijom lakta i povećanim tinelovim znakom kao što je vidljivo na slici 4.2. Pronator teres sindrom može se dijagnosticirati ultrazvukom i magnetskom rezonancom između kojih se ultrazvuk koristi češće. Konzervativno liječenje uključuje mirovanje, izbjegavanje aktivnosti koje pogoršavaju simptome, fizikalnu terapiju, nesteroidne protuupalne lijekove i injekcije kortikosteroida. Pacijenti mogu normalno nastaviti s radom osim ako imaju izražene motoričke ili senzorne nedostatke koji im onemogućavaju rad. Konzervativno liječenje traje najmanje 6 tjedana. Ako ono ne uspije, izvodi se operacija [9].

### Pronator Teres Syndrome



Slika 4.2. Pronator sindrom

Izvor: <https://mobilephysiotherapyclinic.in/pronator-teres-syndrome-pts/>

### **4.3. Sindrom suprakondilarnog nastavka**

Struthers je 1854. godine Struthersov ligament opisao kao ligament koji povezuje suprakondilarni nastavak s medijalnim epikondilom. Suprakondilarni nastavak je kongenitalna koštana izbočina na anteromedijalnom dijelu distalnog humerusa oko 5 centimetara proksimalno od medijalnog epikondila. Ovaj sindrom je u većini slučajeva bez simptoma i može se razviti kada su neurovaskularne strukture pritisnute od suprakondilarnog nastavka ili Struthersovog ligamenta. N. medianus i brahijalna arterija mogu se uklještititi dok prolaze kroz duboki sloj tunela koji tvore suprakondilarni nastavak i Struthersov ligament, a simptomi se javljaju kad dođe do uklještenja ili kada živac prođe površinski sloj i nastavi svoj tijek. Sindrom se liječi ograničenjem kretanja, konzervativnom terapijom i primjenom lokalne kompresije. Osim toga može se izvoditi i kirurška dekompresija koja u većini slučajeva poboljšava simptome. Za dijagnozu se najčešće koristi rendgen, a osim toga se mogu koristiti i magnetska rezonanca i ultrazvuk [10].

## **5. Dijagnostika**

Rano postavljanje dijagnoze je od izrazitog značaja jer u slučaju dugotrajne kompresije živca, nepotrebno se produljuju tegobe pacijenta, nastaje teže oštećenje živca, a i vrijeme oporavka nakon operativnog zahvata je znatno dulje te se općenito izgledi uspješnog operacijskog liječenja smanjuju. Smanjuju se i radne sposobnosti pacijenta, što dovodi do individualnih, ali i do društveno-ekonomskih posljedica [11].

### **5.1. Klinički pregled**

Prvi korak u dijagnostičkom procesu je uzimanje detaljne anamneze. Prikupljaju se informacije o simptomima kao što su trnci, peckanje i bol. Važno je znati kada su se simptomi prvi put pojavili, koliko dugo traju i kada se pogoršavaju ili poboljšavaju. Na primjer, simptomi sindroma karpalnog tunela često se pogoršavaju noću, što može probuditi pacijenta iz sna. Aktivnosti koje uključuju fleksiju i ekstenziju zapešća mogu također pogoršati stanje. Pitanja o radnoj i životnoj povijesti pacijenta također su važna za prepoznavanje mogućih faktora rizika kao što su poslovi koji uključuju repetitivne pokrete zapešća ili upotrebu vibrirajućih alata. Nakon anamneze slijedi fizički pregled u koji spada vizualna inspekcija, palpacija i procjena osjeta i motoričke funkcije. Kod vizualne inspekcije promatra se je li došlo do atrofije tenarnih mišića što može ukazivati na dugotrajnu kompresiju n. medianusa. Potrebno je primjetiti promjene u boji ili temperaturi kože koje mogu ukazivati na vaskularne probleme povezane s sindromom. Tijekom palpacije zapaža se bol ili nelagoda koja je nastala zbog upale ili kompresije živca. Također se provjerava osjet u području inerviranom n. medianusom laganim dodiriromi testira se snaga tenarnih mišića, uključujući mišiće odgovorne za opoziciju i abdukciju palca [7].

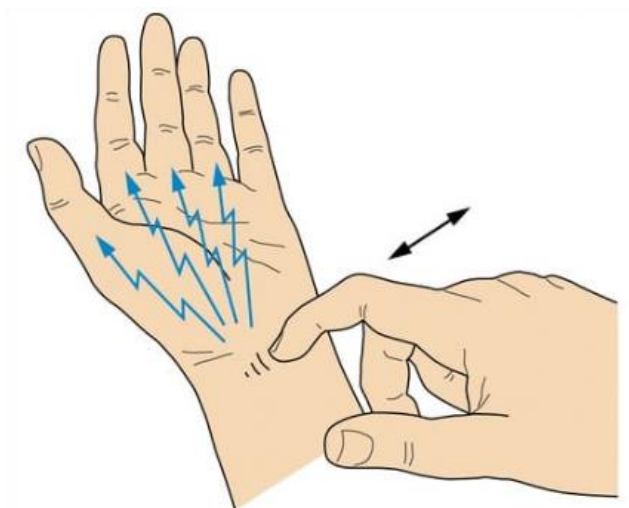
### **5.2. Provokacijski testovi**

Postoji nekoliko testova koji pomažu u dijagnozi sindroma karpalnog tunela. Na temelju jednog testa ne može se donijeti dijagnoza, nego se većina testova međusobno nadopunjuje. Prilikom postavljanja dijagnoze sindroma treba uzeti u obzir kombinaciju simptoma, znakova i dijagnostičkih testova [12].

#### **5.2.1. Tinelov znak**

Kod tinelovog znaka ispitavač lagano lupka po mjestu n. medianusa na distalnom pregibu zapešća kao što je prikazano na slici 5.2.1. Razvoj trnca ili nelagode u prstima koje opskrbljuje n. medianus predstavlja pozitivan znak. Tinelov znak nije precizan test i nekoliko čimbenika može

utjecati na ishod testa. Njegova je učinkovitost smanjena, budući da će pacijenti s sindromom karpalnog tunela imati kontinuirano regenerirajuće živce na distalnom pregibu zapešća. Osim toga, ograničavajući faktor je količina pritiska koja se koristi za izazivanje znaka. Tehnika testiranja je važna kada fizioterapeut otkriva tinelov znak, a male razlike u izvedbi testa su odgovorne za razlike u prijavljenim rezultatima [12].

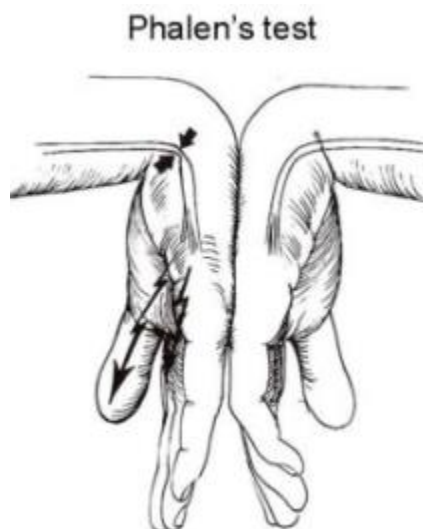


Slika 5.2.1. Tinelov test.

Izvor: <https://tendo.rs/karpalni-tunel-sindrom-tendo/>

### 5.2.2. Phalenov test

Fleksija zapešća uzrokuje kompresiju živca između poprečnog karpalnog ligamenta i fleksornih tetiva u karpalnom tunelu uzrokujući paresteziju n. medianusa izazivajući pacijentove simptome. Phalen je proveo test tako da je pacijent držao podlakticu okomito s laktovima oslonjenim na stol, a zatim dopustio da obje ruke padnu uz potpunu fleksiju zapešća kroz jednu minutu. Test se smatra pozitivnim ako se parestezija razvije za manje od jedne minute. Danas se test izvodi tako da su podlaktice vodoravne s podlogom i šake su flektirane i spojene jedna s drugom kao što je prikazano na slici 5.2.2. Bolesnici s naprednim sindromom često primjećuju paresteziju za manje od 20 sekundi [12].



Slika 5.2.2. Phalenov test

Izvor: <https://bodybalance.hr/sindrom-karpalnog-tunela-karpalni-sindrom-najučestaliji-sindrom-pritiska-zivca-u-tijelu/>

### 5.2.3. Katzov dijagram

Katzov dijagram šake je dijagram koji si pacijent sam postavlja, a prikazuje i dorzalni i palmarni aspekt pacijentovih šaka i ruku. Pacijenti koriste ovaj dijagram kako bi označili specifično mjesto svojih simptoma, karakterizirajući ih kao bol, obamrlost ili trnce ili nešto drugo. Dijagnoza može biti klasična, vjerojatna, moguća ili malo vjerojatna na temelju kriterija koji se pojavljuju u dijagramu [12].

### 5.2.4. Test opterećenja

Test opterećenja vezanog n. medianusa izvodi se hiperekstenzijom supiniranog zgloba i distalnog interfalangealnog zgloba kažiprsta kroz jednu minutu. Bolesnici s kroničnim sindromom karpalnog tunela osjećaju bol na volarnom dijelu proksimalne podlaktice. Hiperekstenzija kažiprsta uzrokuje distalnu ekscurziju n. medianusa više nego hiperekstenzija susjednih prstiju [12]

### 5.2.5. Durkanov test

Kod durkanovog testa podlaktica pacijenta je supinirana, a zatim ispitivač primjenjuje izravan pritisak na n. medianus između tenara i hipotenara u trajanju od 30 sekundi kao što je prikazano na slici 5.2.5. Pozitivan test ukazuje na utrnulost, bol ili paresteziju u području n. medianusa [13].



Slika 5.2.5. Durkanov test

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=VCaD9yXG7k4>

### 5.3. EMNG

Elektroneuromiografija je ključni dijagnostički alat za procjenu funkcionalnog statusa n. medianusa kod pacijenata sa sumnjom na sindrom karpalnog tunela. Elektroneuromiografija se koristi za mjerenje električne aktivnosti mišića i provođenja živaca čime se omogućuje precizno lociranje i procjena stupnja kompresije živca. Ovaj test pruža objektivne podatke koji mogu pomoći u potvrđivanju dijagnoze sindroma karpalnog tunela, razlikovanju od drugih neuropatija i planiranju pravilnog tretmana. Elektroneuromiografija se sastoji od dva glavna dijela: elektroneurografije i elektromiografije [14].

Elektroneurografija se koristi za mjerenje brzine provođenja živaca i brzine živčanog odgovora. Jedan set elektroda se postavlja na kožu iznad živca koji se ispituje, a drugi set elektroda postavlja se na mjesto gdje se očekuje odgovor živca. U slučaju sindroma karpalnog tunela mjeri se brzina provođenja n. medianusa kroz karpalni tunel. Smanjena brzina provođenja ili produžena distalna latencija ukazuje na kompresiju živca unutar karpalnog tunela [14].

Elektromiografija se koristi za procjenu električne aktivnosti mišića u mirovanju i tijekom voljnih kontrakcija. Igle-elektrode se uvode u mišiće koje inervira nervus medianus. Prisutnost abnormalnih spontanosti, poput fibrilacija ili pozitivnih oštrih valova, kao i smanjena aktivnost tijekom voljnih kontrakcija, može ukazivati na denervaciju mišića zbog kompresije n. medianusa [11]. Elektroneuromiografija je specifičan visoko osjetljivi test za dijagnozu sindroma karpalnog tunela. Cilj EMNG obrade u pacijenata sa SKT-om je utvrditi lokalizaciju lezije živca, verificirati da li su

više zahvćena motorićka ili osjetna vlakana te utvrditi tip lezije (aksonalna, demijelinizacijska) kao i stupanj oštećenja. Kod kontrolnih pregleda važno je uoćiti znakove oporavka ili eventualnog daljnjeg napredovanja bolesti. EMNG služi za potvrdu anamnestićeke i klinićeke dijagnoze SKT-a te omogućuje otkriće drugih poremećaja povezanih sa SKT-om, kao što su cervikalna radikulopatija, pleksopatije, polineuropatije i lezije perifernih živaca ruke.

Elektroneuromiografija ima svoje prednosti kao što su visoka osjetljivost i specifićnost jer se njome mođe precizno identificirati i lokalizirati kompresija živca. Također omogućuje procjenu težine kompresije i stupnja denervacije mišića te je znaćajna u postavljanju diferencijalne dijagnoze jer pomađe u razlikovanju sindroma karpalnog tunela od drugih neuropatija i miopatija [11].

Međutim spada u invazivne pretrage jer je uvođenje igle prilićno neugodno za pacijente. Također je tehnićki složenija i zahtijeva stručnu izvedbu i interpretaciju rezultata od strane iskusnog neurologa. [14]. Elektroneuromiografija se obićeno koristi kada klinićeki pregled i provokacijski testovi nisu dovoljno jasni ili kada postoji sumnja na složenije ili multiple neuropatije. Također se koristi za praćenje napretka bolesti i procjenu učinkovitosti terapije [14].

#### **5.4. Ultrazvuk**

Dijagnostićeki ultrazvuk je neinvazivna metoda za vizualizaciju struktura unutar karpalnog tunela, što omogućava preciznu dijagnozu sindroma karpalnog tunela. Ova metoda pruđa detaljan prikaz mekih tkiva uključujući živce, tetive i ostale anatomske strukture čime omogućuje prepoznavanje patoloških promjena koje se javljaju kod ovog sindroma [15]. Primjena ultrazvuka uključuje korištenje visokofrekventnih linearnih sondi koje omogućuju visoku rezoluciju slike površinskih struktura. Tijekom pregleda pacijentovo zapešće postavlja se u neutralan polođaaj ili u blagu ekstenziju kako bi se optimizirala vizualizacija karpalnog tunela. Sonda se postavlja poprećno i uzdužno duđu karpalnog tunela, omogućujući dobivanje poprećnih i longitudinalnih presjeka [15].

Glavni fokus ultrazvućne procjene kod sindroma karpalnog tunela je n. medianus. Ultrazvuk omogućava procjenu promjena debljine i oblika živca. Kod pacijenata sa sindromom karpalnog tunela, n. medianus mođe biti zadebljan proksimalno od karpalnog tunela, a često se mođe uoćiti i smanjenje ehogenosti zbog edema ili fibroze [14]. Osim n. medianusa, ultrazvuk omogućava vizualizaciju ćunaste kosti, koja ćini krov karpalnog tunela. Mođuće je procijeniti zadebljanje retinakuluma ili druge promjene koje mogu pridonijeti kompresiji n. medianusa. Tetive fleksora također su jasno vidljive na ultrazvuku, a njihov prikaz omogućuje prepoznavanje upalnih promjena ili tenosinovitisa koji mogu biti uzrok ili posljedica sindroma [15]. Ultrazvuk ima nekoliko prednosti u odnosu na druge dijagnostićeke metode. On je neinvazivan i bezbolan što ga ćini sigurnim i udobnim



za pacijente i nema izlaganja ionizirajućem zračenju. Ultrazvučni uređaji su široko dostupni i relativno jeftini što ovu metodu čini pristupačnom. Ultrazvuk omogućava dinamičku procjenu struktura u realnom vremenu tijekom pokreta, što može pomoći u otkrivanju funkcionalnih abnormalnosti [15].

## **5.5. Magnetska rezonanca**

Magnetska rezonancija prikazuje poprečni karpalni ligament i kosti zapešća te na taj način definira granice karpalnog tunela. N. medianus se vidi kao ovalna struktura umjerenog intenziteta signala i lako se razlikuje od fleksornih tetiva ruke koje prolaze kroz karpalni tunel. Magnetska rezonancija služi kao alat za procjenu primarnih patologija živaca i za procjenu lezija koje zauzimaju prostor poput hemangioma, gangliona ili koštane deformacije koje mogu utjecati na kirurške intervencije [11].

## 6. Liječenje

Cilj liječenja sindroma karpalnog tunela je osposobiti pacijenta za obavljanje aktivnosti svakodnevnog života, smanjiti mogućnost oštećenja živca i gubitka snage mišića prstiju i šake. Liječenje sindroma karpalnog tunela može biti konzervativno i operativno [16].

### 6.1. Konzervativno liječenje

Kada je patofiziologija idiopatskog sindroma karpalnog tunela nejasna, konačne strategije liječenja nisu utvrđene. U novijoj praksi liječenje treba odabrati uzimajući u obzir različite čimbenike poput stadija bolesti, ozbiljnosti simptoma i preferencija bolesnika [17]. Primjenjujemo ga kod umjerenih i blažih sindroma. U samom liječenju se primjenjuju razne metode kao što su: ortoza za ručni zglob (noćna uporaba prvenstveno), fizikalna terapija (kineziterapija, laser niske snage, kratkovalna diatermija, terapijski ultrazvuk, magnetoterapija), primjena ergonomskih mjera (izbjegavanje repetitivnih kretnji u ručnom zglobu). Konzervativnom terapijom se ublažavaju simptomi 2-6 tjedana nakon primjene. Postiže se maksimalna učinkovitost do 3 mjeseca nakon terapije. Cilj je poboljšanje fleksibilnosti šake i elastičnosti skraćenih tetiva, te smiriti simptome. Ako ne dovede do poboljšanja nakon 6 tjedana od terapije, trebaju se razmotriti druge metode liječenja [18].

#### 6.1.1. Imobilizacija ručnog zgloba

Najčešća konzervativna terapija sindroma karpalnog tunela je imobilizacija ručnog zgloba [19]. Imobilizacija udlagom daje terapijske učinke kod svih bolesnika, neovisno o stadiju sindroma iako je većina stručnjaka preporuča kod bolesnika s blagim i srednje teškim sindromom karpalnog tunela. Kod bolesnika s teškim sindromom može se koristiti kod pacijenata koji čekaju operaciju [20]. Udlaga se u pravilu koristi samo noću nekoliko tjedana, a trajanje ne smije biti kraće od tri mjeseca. Cilj imobilizacije noću je sprječavanje nesvjesne fleksije ručnog zgloba što uzrokuje smanjenje pritiska na n. medianus i poboljšanje hemodinamskih parametara [19]. Tijekom pogoršanja simptoma može se koristiti tijekom dana kada se izvode aktivnosti koje pojačavaju simptome. Jedna alternativa je kombinirati noćnu imobilizaciju pomoću udlage s edukacijom pacijenta da izbjegava pokrete koji pogoršavaju simptome tijekom dana. U praksi se preporuča nošenje udlage za ručni zglob u neutralnom položaju ili laganoj ekstenziji od 0-5 stupnjeva. Potrebno je izbjegavati korištenje udlage koje drže zapešće blizu funkcionalnog kuta (više od 20 stupnjeva ekstenzije), što može povećati pritisak u tunelu zapešća. Kod imobilizacije zgloba koriste se individualne i tradicionalne udlage kod

kojih nema značajnih razlika u rezultatima liječenja. U praksi se češće koriste tradicionalne ortoze jer su pristupačnije i jeftinije. Udlage se dijele i na palmarne i dorzalne, ali velika većina udlaga koje se koriste u rehabilitaciji sindroma karpalnog tunela su palmarne. One daju više mogućnosti u pogledu dnevne aktivnosti [20]. Učinkovitost terapije je najveća ako njena primjena započne u prva tri mjeseca nakon pojave simptoma [19].

### **6.1.2. Akupunktura**

Akupunktura je oblik komplementarne terapije i metoda tradicionalne kineske medicine koju priznaju te prakticiraju i doktori medicine kao i nemedicinski stručnjaci. Akupunktura i akupresura potporne su terapije temeljene na kineskoj medicini. Akupunktura koristi igle za ublažavanje simptoma, a kod akupresure se vrši pritisak na zahvaćena područja bez upotrebe igla. Tretman traje 20 – 40 minuta, bezbolan je te relaksirajući. Upotrebljava se oko 30 iglica koje ostaju u tijelu i do nekoliko dana, a obično uključuje 4 -10 tretmana [20].

Elektroakupunktura koristi električnu struju koja prolazi između dvije igle. PC7 ili Daling točka posebno se uzima u obzir pri upravljanju ovim sindromom. Utvrđeno je da uzrokuje povećanje razine endomorfina-1, beta-endorfina, serotonina, dopamine i enkefalina u moždanom tkivu i plazmi. Akupunktura smanjuje ili uklanja alergijski rinitis, kroničnu bol migrenu, glavobolju, postoperativnu mučninu i povraćanje te postoperativnu bol [20].

### **6.1.3. Kinesio taping**

Kinesio taping je neinvazivna metoda liječenja razvijena za pružanje dinamičke potpore i zaštite određenom dijelu tijela. Primjena kinesio tapinga ovisi o svrsi, ali općenito se sastoji od nanošenja ljepljive, elastične trake određenog stupnja istezanja na određeni dio tijela. Primjena kinesio tapinga kod sindroma karpalnog tunela može ublažiti simptome smanjenjem pritiska na živac produljenjem poprečnog karpalnog ligamenta, reguliranjem edema i poboljšanjem protoka krvi i limfne cirkulacije [21].

### **6.1.4. Vježbe i mobilizacijske tehnike šake**

Vježbe klizanja živaca uključuju specifične pokrete koji pomažu n. medianusu da klizi kroz karpalni tunel, smanjujući priraslice i poboljšavajući pokretljivost živaca. Vježbe klizanja tetive usmjerene su na poboljšanje ekscurzije tetiva fleksora unutar karpalnog tunela. Pacijenti koji izvode vježbe klizanja živaca i tetiva primjećuju značajna poboljšanja u simptomima i funkciji ruku što znači da su te vježbe učinkovite u smanjenju ozbiljnosti sindroma karpalnog tunela. Vježbe istezanja,

pogotovo one usmjerene na fleksore i ekstenzore ručnog zgloba pomažu u ublažavanju napetosti u strukturama koje okružuju karpalni tunel. Randomizirano kontrolirano ispitivanje Akalinai sur. (2002.) otkrilo je da režim istezanja u kombinaciji s udlagama pruža bolje olakšanje simptoma u usporedbi sa samim udlagama. To ukazuje na vrijednost vježbi istezanja kao dijela sveobuhvatnog plana liječenja. Jačanje mišića šake i podlaktice također može biti korisno, posebno u kontekstu rehabilitacije nakon operacije. Vježbe jačanja pomažu vratiti snagu i funkciju stiska. Tehnike mobilizacije šake koriste se za uspostavljanje normalne mehanike zglobova, smanjenje boli i poboljšanje cjelokupnog raspona pokreta. Ove su tehnike korisne u rješavanju ukočenosti i nelagode koji mogu pratiti sindrom, osobito nakon produljene imobilizacije ili operacije. Manualna terapija uključuje primjenu vještih pokreta ruku za mobilizaciju zglobova i mekih tkiva. Tehnike mobilizacije zglobova usmjerene su na poboljšanje pokretljivosti karpalnih kostiju i zgloba zapešća koji mogu postati ograničeni zbog promijenjene biomehanike povezane s sindromom karpalnog tunela [7].

### **6.1.5. Terapijske vježbe**

Terapijske vježbe namijenjene poboljšanju pokreta, snage i fleksibilnosti imaju važnu ulogu u liječenju sindroma karpalnog tunela. Ovaj pristup je posebno učinkovit za pacijente s blagim do umjerenim sindromom, gdje pomaže u smanjenju simptoma i poboljšanju funkcije ruke. Koristi se kombinacija vježbi usmjerenih na poboljšanje raspona pokreta, smanjenje boli i jačanje mišića oko zapešća i ruke [22]. Vježbe opsega pokreta važne su za održavanje fleksibilnosti i sprječavanje ukočenosti zapešća i zglobov ašake. Ove vježbe pomažu u održavanju zdravlja zglobova i smanjenju nelagode, što ih čini ključnima i za konzervativno liječenje i za post-kiruršku rehabilitaciju sindroma karpalnog tunela. Vježbe jačanja ključne su za povećanje kapaciteta mišića oko karpalnog tunela, što može ublažiti stres na n. medianus. Pacijenti koji često izvode vježbe jačanja pokazali su značajna poboljšanja u snazi stiska i cjelokupnoj funkciji ruke. Osim upravljanja simptomima, te vježbe sprječavaju napredovanje sindroma [22]. Vježbe istezanja pomažu kod ublažavanja napetosti fleksora podlaktice i pripadajućih tetiva koje prolaze kroz karpalni tunel. Ove vježbe povećavaju fleksibilnosti ručnog zgloba i smanjenje kompresije živaca [23].

### **6.1.6. Terapijski ultrazvuk**

Terapijski ultrazvuk je jedna od neinvazivnih metoda koja se koristi u fizioterapiji za liječenje sindroma karpalnog tunela. Ova metoda koristi visokofrekventne zvučne valove za generiranje topline i mehaničkih vibracija u tkivima, što može pomoći u smanjenju boli, poboljšanju cirkulacije i ubrzanju procesa zacjeljivanja [24]. Terapijski ultrazvuk djeluje na dva glavna načina: termalno i netermalno.

Termalni učinci uključuju povećanje temperature dubokih tkiva, što može smanjiti mišićni spazam, povećati fleksibilnost tkiva i poboljšati cirkulaciju. Netermalni učinci uključuju mehaničke vibracije koje potiču mikromasažu tkiva, promjene u staničnoj membrani i poboljšanje metaboličkih procesa, što može ubrzati regeneraciju tkiva i smanjiti upalu [24].

Kod liječenja sindroma karpalnog tunela, terapijski ultrazvuk se koristi kako bi se smanjila upala i bol, poboljšala cirkulacija i potaknula regeneracija oštećenih tkiva. Postupak uključuje primjenu ultrazvučne sonde na područje karpalnog tunela uz upotrebu kontaktnog gela koji omogućava prijenos zvučnih valova u tkiva. Terapijski ultrazvuk primjenjuje se tako da pacijent sjedi ili leži s izloženim područjem zapešća. Na kožu se nanosi kontaktni gel. Sonda ultrazvučnog uređaja postavlja se na područje karpalnog tunela i trlja kružnim pokretima. Frekvencija ultrazvuka može varirati između 1 MHz (za dubinska tkiva) i 3 MHz (za površinska tkiva). Svaka terapijska sesija traje od 5 do 10 minuta, a učestalost tretmana može biti od 2 do 3 puta tjedno tijekom nekoliko tjedana [24].

### **6.1.7. Ultrazvuk kroz vodu**

Sinan Bagcaci et al. izveli su randomizirani, lažno kontrolirani studij. Uzorak se sastojao od pacijenata s dijagnosticiranim blagim do umjerenim sindromom karpalnog tunela, podijeljenih u dvije skupine: eksperimentalnu skupinu koja je primala ultrazvuk kroz vodu i kontrolnu skupinu koja je primala lažni ultrazvučni tretman. Lažni tretman osmišljen je tako da oponaša terapijski postupak bez isporuke stvarne ultrazvučne energije, osiguravajući da se svi opaženi učinci mogu pripisati samoj ultrazvučnoj terapiji, a ne placebo učinku. Mjere ishoda uključivale su subjektivne procjene poput intenziteta boli i funkcionalnog oštećenja, kao i objektivne procjene poput studija živčanog provođenja. Ove metode dale su sveobuhvatnu procjenu simptomatskog olakšanja i fizioloških promjena povezanih s primjenom ultrazvuka kroz vodu. Rezultati su pokazali statistički značajno poboljšanje u eksperimentalnoj skupini u usporedbi s lažnom skupinom. Pacijenti koji su primali ultrazvu kroz vodu prijavili su smanjenu bol, poboljšanu funkciju ruke i poboljšane parametre živčane vodljivosti. Ova otkrića sugeriraju da taj tretman ima terapeutsku korist za pacijente s blagim do umjerenim sindromom karpalnog tunela, vjerojatno zbog svoje sposobnosti da poboljša lokalni protok krvi, smanji upalu i pospješuje zacjeljivanje tkiva mehaničkim i toplinskim učincima ultrazvuka. Podaci studije pokazuju da ultrazvuk kroz vodu može učinkovito smanjiti simptome sindroma i poboljšati funkciju šake, što sugerira da bi mogao biti održiva opcija liječenja za ovo stanje, posebno za pacijente koji traže nekirurške intervencije. Autori su raspravljali o implikacijama ovih otkrića, ističući da ovaj tretman nudi neinvazivan, siguran i učinkovit tretman za sindrom karpalnog tunela. Istaknuli su prednosti korištenja vode kao medija, što omogućuje bolji prijenos ultrazvuka, osobito u

nepravilnim anatomskim područjima poput zapešća. Randomizirani lažno kontrolirani dizajn studija dodaje težinu dokazima koji podržavaju tretman kao učinkovit modalitet liječenja ovog sindroma. Međutim, autori su također priznali ograničenja, kao što je relativno kratko razdoblje praćenja i poseban focus na blage do umjerene slučajeve, što možda neće dopustiti generalizaciju na teže slučajeve sindroma [25].

### **6.1.8. Magnetoterapija**

Magnetoterapija je primjena statičkih magnetskih polja na tijelo s ciljem ublažavanja boli i smanjenja upale. Kod sindroma karpalnog tunela, terapija ima za cilj olakšati kompresiju n. medianusa unutar karpalnog tunela koji je odgovoran za karakteristične simptome boli, obamrlosti i slabosti. Glavna obilježja magnetoterapije su:

- Statička magnetska polja: Terapija koristi magnete koji stvaraju konstantno magnetsko polje. Izloženost tim poljima može utjecati na fiziološke procese u zapešću i šaci, posebno ciljajući na upaljena tkiva i kompresiju živaca povezanu s sindromom karpalnog tunela
- Mehanizmi djelovanja: Iako precizni mehanizmi putem kojih magnetoterapija ostvaruje svoje učinke nisu u potpunosti shvaćeni, članak sugerira da bi statičko magnetsko polje moglo utjecati na ionske kanale, staničnu aktivnost i protok krvi potencijalno dovodeći do smanjene upale i ublažavanja boli [26].

### **6.1.9. Terapija laserom niske snage**

Laserska terapija niske razine novi je modalitet u liječenju sindroma karpalnog tunela. Koristi specifične valne duljine svjetlosti za prodiranje u tkiva, potičući regeneraciju stanica i smanjujući upalu. Ova neinvazivna opcija liječenja posebno je privlačna pacijentima koji traže alternativu kirurškoj intervenciji. Mehanizam djelovanja ove terapije djeluje stimulirajući proizvodnju adenozin trifosfata unutar stanica, poboljšavajući popravak stanica i smanjujući oksidativni stres. Svjetlosnu energiju iz lasera apsorbiraju tkiva u karpalnom tunelu, što dovodi do kaskade biokemijskih događaja koji pomažu smanjiti upalu i kompresiju na n. medianusu. Ovaj proces može učinkovito smanjiti bol i poboljšati funkciju ruke, rješavajući i simptome i neke od temeljnih uzroka sindroma karpalnog tunela. Tijekom fizioterapije, laser se primjenjuje izravno na zapešće i šaku, fokusirajući se na područje karpalnog tunela. Terapija se obično provodi kroz nekoliko sesija, a trajanje i učestalost prilagođeni su težini simptoma bolesnika. Laser se često koristi u kombinaciji s drugim fizioterapijskim intervencijama, kao što su kinezioterapija, kako bi se poboljšali ukupni ishodi

liječenja. Prije započinjanja terapije potrebna je temeljita procjena kako bi se potvrdila dijagnoza sindroma i procijenila prikladnost terapije za pacijenta. Nakon tretmana, pacijenti mogu osjetiti smanjenu bol i poboljšanu funkcionalnost, što se može dodatno podržati vježbama za jačanje zgloba i održavanje fleksibilnosti živaca. Praćenje napretka i sukladno tome prilagođavanje planova liječenja osigurava optimalne rezultate [27].

#### **6.1.10. Kratkovalna dijatermija**

Boyaci i sur. proučavali su učinke pulsirajuće kratkovalne dijatermije i uspoređivali ih s kontinuiranom kratkovalnom dijatermijom i placebo. Svakoj skupini aplicirao je 20 minuta kratkovalne dijatermije dnevno, 5 dana u tjednu, kroz 3 tjedna. Primjećena je velika razlika u korist skupine koja je primala kontinuiranu kratkovalnu dijatermiju na funkcionalni status ručnog zgloba. Na kraju studija zaključili su da je kontinuirana kratkovalna dijatermija učinkovitija od pulsirajuće i od placeba u kratkoročnom razdoblju [28].

#### **6.1.11. Primjena analgetskih struja**

Koca i sur uspoređivali su primjenu interferentne struje u odnosu na transkutanu električnu nervnu stimulaciju i noćnu ortoza za ručni zglob. Interferentne struje i TENS primjenjeni su kroz 3 tjedna, 15 terapija apliciranih po jednu terapiju dnevno. Noćna ortoza nošena je 15 noći tijekom 3 tjedna. Uspoređujući ove skupine, dokazalo se da je interferentna struja učinkovitija od noćne ortoze jer je smanjila bol tijekom 6 tjedana praćenja. Uspoređujući interferentne struje i TENS također je dokazano da su interferentne struje učinkovitije zbog smanjene boli i poboljšanog funkcionalnog statusa ručnog zgloba. U kliničkoj praksi prvo se koriste ortoze za ručni zglob. Preporuča se nositi ih 2-3 mjeseci tijekom noći. Uz ortoze se istovremeno mogu primjenjivati interferentne struje, TENS, terapijski ultrazvuk i laser niske struje. Ove procedu primjenjuju se oko 10 puta jednom dnevno kroz 2-3 tjedna [28].

### **6.2. Operativno liječenje**

Kirurško liječenje se obično razmatra kada konzervativne mjere nisu pomogle, kada su simptomi preozbiljni, traju dulje vrijeme ili postoje dokazi o značajnoj kompresiji ili disfunkciji živca. U slučaju dugotrajne kompresije živca, dolazi ne samo do produljivanja tegoba pacijenta, već i do težeg oštećenja živca. To će uzrokovati i dulji vremenski period oporavka pacijenta nakon operativnog zahvata i smanjiti izgleda za uspješno operacijsko liječenje. Time će se smanjiti i radne sposobnosti pacijenta, te će doći do individualnih i do društveno-ekonomskih posljedica. Primarna kirurška

intervencija je oslobađanje karpalnog tunela. Postoje dva načina na koji se to radi. Otvoreno oslobađanje karpalnog tunela se izvodi tako da kirurg radi veći rez na dlanu kako bi pristupio i prerezao transversalni karpalni ligament, koji pritišće n. medianus. Drugi način je endoskopsko oslobađanje karpalnog tunela. Ova minimalno invazivna tehnika koristi male rezove i malu kameru za vođenje rezanja poprečnog karpalnog ligamenta. Općenito rezultira bržim oporavkom u usporedbi s otvorenom operacijom. Nakon obiju procedura većina pacijenata osjeti značajno olakšanje simptoma kao što su bol, utrnulost i trnci u prstima. Mnogi pacijenti vide poboljšanja u funkciji i snazi ruke nakon operacije. Dok se neki pacijenti relativno brzo mogu vratiti normalnim aktivnostima, potpuni oporavak može potrajati nekoliko otjedana do mjeseci ovisno o težini simptoma i vrsti kirurškog zahvata. Kao i kod svake operacije postoje potencijalni rizici i komplikacije kao što su infekcije, ozljede n. medianusa ili drugih obližnjih struktura, stvaranje ožiljnog tkiva. U nekim slučajevima simptomi neće biti u potpunosti riješeni pa će biti potrebni dodatni tretmani. Postoperativna njega ključna je za uspješan ishod. Ona uključuje održavanje mjesta operacije čistim i praćenje znakova infekcije. Fizikalna terapija preporuča se za vraćanje snage i fleksibilnosti i redoviti kontrolni pregledi potrebni su za procjenu oporavka i upravljanje svim komplikacijama [29].

### **6.2.1. Post operacijska rehabilitacija nakon dekompresije živca u karpalnom tunelu**

Primarni ciljevi postoperativne rehabilitacije su smanjenje boli i otekline, uspostavljanje normalnog raspona pokreta i vraćanje snage šaci i zapešću. Proces rehabilitacije ključan je za sprječavanje komplikacija, kao što su ukočenost, stvaranje ožiljnog tkiva i produljena funkcionalna ograničenja, što može utjecati na ukupni uspjeh operacije. U početnoj fazi (1-2 tjedna nakon operacije), fokus je na smanjenju boli i otekline podizanjem, primjenom hladne terapije i nježnim pokretima za sprječavanje ukočenosti. Može se preporučiti udloga za zaštitu mjesta operacije i održavanje položaja zapešća. Nakon početnog razdoblja zacjeljivanja uvode se nježne vježbe raspona pokreta kako bi se spriječila ukočenost i priraslice. Ova faza (obično 2-6 tjedana nakon operacije) naglašava pažljive i kontrolirane pokrete kako bi se postupno vratila pokretljivost zapešća i prstiju. Kako zacjeljivanje napreduje (6-12 tjedana nakon operacije), uključuju se vježbe jačanja za obnovu mišićne snage i izdržljivosti [30]. Ove vježbe usredotočuju se na fleksore i ekstenzore zapešća, kao i na unutarnje mišiće ruke, osiguravajući uravnotežen oporavak funkcije. Funkcionalni trening je ključan u kasnijim fazama rehabilitacije, pomažući pacijentima da se vrate svakodnevnim aktivnostima i poslu. To uključuje vježbe specifične za zadatak koje simuliraju pacijentove dnevne zadatke i radne zahtjeve. Tehnike poput masaže ožiljaka, vježbi desenzibilizacije i upotrebe silikonskih gel ploča često se koriste za upravljanje ožiljnim tkivom i poboljšanje pokretljivosti kože,



što je bitno za potpuni oporavak. Edukacija pacijenata o modificiranju aktivnosti i ergonomskim prilagodbama također je ključna komponenta postoperativne skrbi. To pomaže spriječiti ponavljanje simptoma i osigurava dugoročni uspjeh. Strukturirani i Individualizirani program rehabilitacije značajno poboljšava ishode pacijenata nakon operacije oslobađanja karpalnog tunela. Redovito praćenje i prilagodbe rehabilitacijskog plana ključni su za rješavanje problema koji se pojave tijekom oporavka [30].

### **6.2.2. Cijeljenje rane nakon dekompresije živca**

Cijeljenje rane je složen proces koji i obuhvaća niz kemijskih i fizioloških događaja na staničnoj i molekularnoj razini. Veliki broj čimbenika utječe na cijeljenje rane i može usporiti ili čak prekinuti proces cijeljenja. Kao posljedica spazma arterija ili aterosklerotičnih promjena u njima nastaje ishemija tkiva u okolini rane koja može uzrokovati prekid procesa cijeljenja rane. Također su znatne smetnje cijeljenja infekcije i upotreba kortikosteroida. Važno je poznavati patofiziologiju cijeljenja rane i čimbenike koji utječu na njezino cijeljenje kako bi nastao što bolji ožiljak. Kirurške rane s ravnim, glatkim i priljubljenim rubovima zacjeljuju za 6 do 10 dana, a rane s defektom tkiva, inficirane rane i rane s rubovima koji nisu priljubljeni zacjeljuju nekoliko tjedana ili čak mjeseci i na kraju nastaje nepravilan ožiljak [31].

### **6.3. Medikamentozno liječenje**

Injekcije kortikosteroida uobičajeni su tretman za sindrom karpalnog tunela. Injekcija se može voditi ultrazvučnom slikom ili orijentirima. Cilj postupka je isporuka kortikosteroida blizu n. medianusa unutar karpalnog tunela. Injekcije su relativno sigurne, ali daju samo kratkotrajno olakšanje. Najčešće nuspojave su bol u ruci ili području uboda i infekcija. Ublažavanje simptoma postiže se smanjenjem edema i poboljšanjem prostornog odnosa između n. medianusa i tetiva. Poboljšanja uzrokovana injekcijom su kratkotrajna. Dodavanje injekcije tijekom operacije pokazalo se jako korisnim. Injekcije kortikosteroida treba smatrati pomoćnim liječenjem osobito kao modalitetom za ublažavanje teških simptoma [21]. Hidrodisekcija je minimalno invazivna alternativa injekciji kortikosteroida. To je postupak ubrizgavanja hijaluronidaza u anatomske prostore kako bi se olakšala disekcija i adhezioliza. U slučaju sindroma karpalnog tunela, tekućina se ubrizgava između n. medianusa, transverzalnog karpalnog ligamenta i tetiva koje leže ispod. Hijaluronidaze mogu depolarizirati hijaluronsku kiselinu što dovodi do njezine razgradnje. Obrazloženje iza ovog liječenja je da injekcija hijaluronidaze može prekinuti adhezije i olakšati resorpciju viška tekućine i krvičime se smanjuju simptomi [21]. Korištenje oralnih steroida pokazalo je korisnima u kratkotrajnom

liječenju sindroma. Nesteroidni protuupalni lijekovi i diuretici nisu dokazali jasnu korist i ne preporučuju se u liječenju sindroma karpalnog tunela [20].

## 7. Prevencija

Studij Patrycje Łachet al. istražuje utjecaj protokola preventivnih vježbi na uredske radnike koji pokazuju simptome sindroma karpalnog tunela. Fokus je na učinkovitosti specifičnih vježbi u smanjenju simptoma i sprječavanju progresije sindroma kod pojedinaca koji se bave ponavljajućim aktivnostima šake i zapešća, tipičnim u uredskim okruženjima. Protokol prevencije sastoji se od ciljanih vježbi osmišljenih za ublažavanje čimbenika rizika povezanih s sindromom, koji uključuju dugotrajno tipkanje i nepravilne ergonomske prakse. Vježbe imaju za cilj povećati fleksibilnost zapešća, ojačati mišiće podlaktice i poboljšati cjelokupnu funkciju ruke. Vježbe istezanja usmjerene su na mišiće fleksore i ekstenzore zapešća i prstiju, s ciljem poboljšanja fleksibilnosti i smanjenja napetosti. Redovito istezanje pomaže u smanjenju opterećenja karpalnog tunela. Vježbe jačanja mišića oko zgloba i podlaktice pružaju bolju potporu karpalnom tunelu, potencijalno smanjujući pritisak na n. medianus. Vježbe klizanja živaca olakšavaju kretanje n. medianusa unutar karpalnog tunela, pomažući u sprječavanju priraslica i poboljšavanju funkcije živaca. Trening držanja i ergonomije važan je za održavanje pravilnog držanja tijekom rada. Prilagodbe postavki radne stanice, poput položaja tipkovnice i miša, također su dio protokola [32]. Nalazi studije pokazuju da provedba protokola preventivnih vježbi dovodi do značajnog poboljšanja simptoma i smanjenja ozbiljnosti sindroma karpalnog tunela među uredskim radnicima. Sudionici spominju smanjenje boli, poboljšanu snagu stiska i poboljšanu cjelokupnu funkciju ruke. Redovito bavljenje propisanim vježbama rezultiralo je primjetnim smanjenjem simptoma ovog sindroma, uključujući bol, obamrlost i trnce. Protokol je učinkovito spriječio progresiju sindroma kod osoba s blagim do umjerenim simptomima, smanjujući potrebu za invazivnijim tretmanima. Sudionici su iskusili bolju funkcionalnost ruke i zgloba, što je pridonijelo poboljšanoj produktivnosti i udobnosti na random mjestu. Studij naglašava važnost uključivanja redovitih preventivnih vježbi u svakodnevnu rutinu uredskih radnika. Poslodavci se potiču da podrže provedbu takvih protokola pružanjem odgovarajuće obuke i resursa. Istraživanje naglašava da su rana intervencija i preventivne mjere ključne u upravljanju i ublažavanju utjecaja sindroma karpalnog tunela u visokorizičnim populacijama [32].

## 8. Zaključak

Sindrom karpalnog tunela je stanje koje značajno utječe na funkcionalnu sposobnost i kvalitetu života pacijenata. S obzirom na količinu dostupnih intervencija kod te dijagnoze fizioterapeut mora upotrijebiti svoje znanje, ali i kreativnost kako bi se osigurao individualiziran i učinkovit plan rehabilitacije. Prije kirurškog liječenja, konzervativne fizioterapijske metode kao što su vježbe rastezanja i jačanja, nošenje udlaga i primjena terapijskog ultrazvuka mogu značajno smanjiti simptome i poboljšati funkciju ruke. Pomoću ovih metoda često seuklanja potreba za operacijom posebno kod pacijenata s blagim do umjerenim oblicima sindroma karpalnog tunela.

Postoperativna rehabilitacija koja uključuje mobilizaciju ožiljaka, kontrolu edema i vježbe za poboljšanje raspona pokreta i snage pomaže u vraćanju pune funkcionalnosti ruke. Primjena terapijskog ultrazvuka, posebno kroz vodu, također može ubrzati proces zacjeljivanja i smanjiti postoperativne komplikacije. Sveobuhvatan pristup koji uključuje razne fizioterapijske intervencije prilagođen specifičnim potrebama pacijenta može značajno doprinijeti uspješnom upravljanju sindromom karpalnog tunela. Buduća istraživanja trebala bi se usmjeriti na dugoročne ishode ovih terapija, kao i na optimizaciju protokola rehabilitacije, kako bi se osigurali najbolji mogući rezultati za pacijente. Uključenje svih ovih saznanja u kliničku praksu može dovesti do poboljšanja ishoda liječenja i kvalitete života pacijenata s ovim sindromom.

## 9. Literatura

1. M. Baričić, V. Šantić, D. Legović, Z. Jotanović, N. Matejčić, M. Miletić Barković: Sindrom karpalnog tunela <https://hrcak.srce.hr/file/315659> dostupno; 6.8.2024.
2. I Atroshi, C Gummesson, R Johnsson, E Ornstein, J Ranstam, I Rosén: Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10411196/> dostupno: 17.7.2024.
3. K Osiak, P Elnazir, J A Walocha, A Pasternak: Carpal tunnel syndrome: state-of-the-art review <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34783004/> dostupno: 17.7.2024.
4. Krmpotić-Nemanić J. Anatomija čovjeka. 3. izd. Zagreb: JUMENA, 1982;130,276 dostupno: 8.9.2024.
5. Željka Kopjar: Učestalost inervacije tenara n. ulanrisom (all ulnar hand), diplomski rad, sveučilište u Rijeci, 2014
6. Pećina M, Krmpotić-Nemanić J. Kanalikularni sindromi. 1. Izd. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1987;43-51. Dostupno: 8.9.2024.
7. Jennifer Wiperman, Kyle Goerl; Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis and Management <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28075090/> dostupno: 17.7.2024.
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525956/> dostupno: 9.9.2024.
9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526090/> dostupno: 8.9.2024.
10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5907893/> dostupno: 9.9.2024.
11. T. Crnković, R. Bilić, R. Kolundžić: Sindrom karpalnog tunela – suvremena dijagnostika i liječenje <https://hrcak.srce.hr/file/46355> dostupno: 6.8.2024.
12. Somaiah Aroori, Roy A J Spence: Carpal tunnel syndrome <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18269111/> dostupno: 17.7.2024.
13. [https://www.physio-pedia.com/Carpal\\_Compression\\_Test](https://www.physio-pedia.com/Carpal_Compression_Test) dostupno: 17.7.2024.
14. Robert A Werner, Michael Andary: Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21922474/> dostupno: 17.7.2024.

15. John R Fowler, John P Gaughan, Asif M Ilyas: The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20963527/> dostupno: 17.7.2024.
16. I. Šklempe Kokić: Problem sindroma karpalnog kanala tijekom trudnoće i postpartalno – fizioterapijski pristup <https://www.bib.irb.hr:8443/526149> dostupno: 6.8.2024.
17. Poong-Taek Kim, Hyun-Joo Lee, Tae-Gong Kim, In-Ho Jeon: Current approaches for carpal tunnel syndrome <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25177448/> dostupno: 18.7.2024.
18. Baričić M., Šantić V., Legović D., Jotanović Z., Matejčić N., Miletić Barković M.: Sindrom karpalnog kanala, Pregledni članak (str. 5.-13.) <https://hrcak.srce.hr/216313> dostupno: 6.8.2024.
19. Pećina Marko i suradnici: Ortopedija. Zagreb: NakladaLjevak. 2000
20. Hans Carlson, Agatha Colbert, Jennifer Frydl, Elizabeth Arnall, Molly Elliot, Nels Carlson: Current options for nonsurgical management of carpal tunnel syndrome  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2871765/> dostupno: 18.7.2024.
21. Przemysław T Wielemborek, Katarzyna Kapica-Topczewska, Robert Pogorzelski, Agata Bartoszek, Jan Kochanowicz, Alina Kułakowska: Carpal tunnel syndrome conservative treatment: a literature review <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37082094/> dostupno: 18.7.2024.
22. Elif Akalin, Ozlem El, Ozlen Peker, Ozlem Senocak, Sebnem Tamci, Selmin Gülbahar, Raif Cakmur, Sema Oncel: Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11807347/> dostupno: 21.7.2024.
23. Muhammad Junaid Ijaz, Hossein Karimi, Ashfaq Ahmad, Syed Amer Gillani, Naveed Anwar, Muhammad Asad Chaudhary: Comparative Efficacy of Routine Physical Therapy with and without Neuromobilization in the Treatment of Patients with Mild to Moderate Carpal Tunnel Syndrome <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9242805/> dostupno: 25.7.2024.
24. Aicha Zaralieva, P Georgiev, Vesselin Karabinov, Alexandar Iliev, and Assen Aleksiev: Physical Therapy and Rehabilitation Approaches in Patients with Carpal Tunnel Syndrome <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7117610/> dostupno: 25.7.2024.

25. David Petrover, Pascal Richette: Treatment of carpal tunnel syndrome : from ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29154980/> dostupno: 27.7.2024.
26. Sinan Bagcaci, Ramazan Yilmaz, Nilay Sahin: Efficiency of therapeutic underwater ultrasound therapy in mild-to-moderate carpal tunnel syndrome: A randomized sham-controlled study <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10478536/> dostupno: 27.7.2024.
27. Agatha P. Colbert, Marko S. Markov, Nels Carlson, William L. Gregory, Hans Carlson, Patricia J. Elmer: Static Magnetic Field Therapy for Carpal Tunnel Syndrome: A Feasibility Study <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3018287/> dostupno: 27.7.2024.
28. <https://hrcak.srce.hr/216313> dostupno: 4.9.2024.
29. <https://www.focusphysiotherapy.com/laser-therapy-carpal-tunnel-toronto/#:~:text=Process%20of%20Laser%20Therapy%20for%20Carpal%20Tunnel%20Syn-drome,-Laser%20therapy%20for&text=During%20a%20laser%20therapy%20session,reducing%20i-nflammation%2C%20and%20relieving%20pain.> dostupno: 27.7.2024.
30. Mahshid Nazarieh, Azadeh Hakakzadeh, Shima Ghannadi, Faezeh Maleklou, Zahra Tavakol, Zahra Alizadeh: Non-Surgical Management and Post-Surgical Rehabilitation of Carpal Tunnel Syndrome: An Algorithmic Approach and Practical Guideline  
<https://brieflands.com/articles/asj-sm-102631> dostupno: 31.7.2024.
31. <https://repozitorij.mef.unizg.hr/islandora/object/mef%3A1663/datastream/PDF/view> dostupno: 3.9.2024.
32. Patrycja Łach, Anna Katarzyna Cygańska: Effectiveness of prevention exercises protocol among office workers with symptoms of carpal tunnel syndrome  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10959280/> dostupno 31.7.2024.

## Popis slika

Slika 4.1. AIN sindrom

Izvor: <https://www.intouchhandtherapy.co.nz/our-blog/anterior-interosseous-nerve-syndrome>

Slika 4.2. Pronator sindrom

Izvor: <https://mobilephysiotherapyclinic.in/pronator-teres-syndrome-pts/>

Slika 5.2.1. Tinelov test

Izvor: <https://tendo.rs/karpalni-tunel-sindrom-tendo/>

Slika 5.2.2. Phalenov test

Izvor: <https://bodybalance.hr/sindrom-karpalnog-tunela-karpalni-sindrom-najucestaliji-sindrom-pritiska-zivca-u-tijelu/>

Slika 5.2.5. Durkanov test

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=VCaD9yXG7k4>





### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Gregor Hederić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom fizioterapijske intervencije prije i nakon operacije sinovialne karpalnog kanala (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Gregor Hederić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.