

# Usporedba terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala

---

Vraneš, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Libertas International University / Libertas međunarodno sveučilište**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:223:993177>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

[Digital repository of the Libertas International University](#)



**LIBERTAS MEĐUNARODNO SVEUČILIŠTE**

**ZAGREB**

**JOSIP VRANEŠ**

**DIPLOMSKI RAD**

**USPOREDBA TERAPIJSKOG UČINKA KLASIČNE  
ELEKTROSTIMULACIJE I VISOKOENERGETSKE  
INDUKTIVNE MAGNETOTERAPIJE MEDIJALNOG ŽIVCA  
U REHABILITACIJI BOLESNIKA SA SINDROMOM  
KARPALNOG KANALA**

**Zagreb, srpanj 2024.**

**LIBERTAS MEĐUNARODNO SVEUČILIŠTE**

**ZAGREB**

**DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ FIZIOTERAPIJA**

**USPOREDBA TERAPIJSKOG UČINKA KLASIČNE  
ELEKTROSTIMULACIJE I VISOKOENERGETSKE  
INDUKTIVNE MAGNETOTERAPIJE MEDIJALNOG ŽIVCA  
U REHABILITACIJI BOLESNIKA SA SINDROMOM  
KARPALNOG KANALA**

**KANDIDAT: Josip Vraneš**

**MENTOR: prof. dr. sc. Jasna Mesarić, dr. med.**

**Zagreb, srpanj 2024.**

## ZAHVALA

*Ovaj diplomski rad posvećujem supruzi Antei te sinovima Davidu i Mihaelu, kao i cijeloj obitelji jer su moja najveća potpora, snaga i motivacija.*

*Na početku, htio bi se zahvaliti najboljem kolektivu Poliklinike za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop jer bez njih izrada ovog istraživačkog diplomskog rada ne bi bila moguća. Posebna zahvala dr. Martini Pelozzi na svim idejama, preporukama i savjetima tijekom cijelog istraživačkog procesa. Neizmjereno hvala neurološkoj ambulanti Poliklinike, predvođenoj mr. sc. Željkom Lončarom te kolegicama Jelenom Margetić i Ivom Vukušić, na sudjelovanju u istraživačkom procesu, na stručnosti, znanju i svakoj sekundi slobodnog vremena koju su nesebično iskoristili kako bi pridonijeli istraživanju. Nadalje, ogromna zahvala svim kolegicama i kolegama iz fizioterapeutskih jedinica 1, 3, 5 i 7 jer su organizacijom i stručnom provedbom terapijskog dijela sudjelovali u istraživačkom procesu i na takav način dali svoj doprinos razvoju struke te stjecanju novih spoznaja koje će pomoći u rehabilitaciji budućih pacijenata s istom problematikom.*

*Naposljetku, veliko hvala mentorici prof. dr. sc. Jasni Mesarić na vodstvu, podršci, susretljivosti i pristupačnosti, i tijekom cijelog diplomskog studija i tijekom izrade ovog diplomskog rada.*

# SADRŽAJ

SAŽETAK .....	1
SUMMARY .....	2
1. UVOD.....	3
1.1. Predmet i cilj rada .....	3
1.2. Istraživačka pitanja i hipoteze.....	4
1.3. Metodologija istraživanja.....	4
1.4. Struktura rada.....	5
2. SINDROM KARPALNOG KANALA.....	7
2.1. Definicija sindroma karpalnog kanala i faktori rizika .....	7
2.2. Anatomija i patofiziologija .....	7
2.3. Klinička slika i dijagnostika.....	9
2.4. Neurofiziološka klasifikacija .....	15
2.5. Liječenje.....	16
2.5.1. Konzervativno liječenje .....	16
2.5.2. Kirurško liječenje.....	19
3. ELEKTROSTIMULACIJA ŽIVCA .....	20
4. VISOKOENERGETSKA INDUKTIVNA MAGNETOTERAPIJA .....	21
5. ISPITANICI I METODE .....	22
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	26
7. RASPRAVA .....	44
8. ZAKLJUČAK.....	47
POPIS LITERATURE .....	49
POPIS SLIKA, TABLICA I DIJAGRAMA.....	55
PRILOZI .....	57
ŽIVOTOPIS.....	60

## SAŽETAK

Sindrom karpalnog kanala najčešća je kompresivna neuropatija gornjih ekstremiteta, a nastaje kao posljedica kompresije medijalnog živca pri prolasku karpalnim kanalom. Do sada se u rehabilitaciji sindroma karpalnog kanala najčešće koristila klasična elektrostimulacija medijalnog živca, dok je kao terapijska metoda novije generacije u upotrebi i visokoenergetska induktivna magnetoterapija koja snažno stimulira živčane i mišićne stanice te ubrzava procese regeneracije tkiva. Cilj je rada utvrditi razlike između terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala. U prospektivnom istraživanju sudjelovalo je 28 ispitanika s dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala koji su slučajnim odabirom ordinirajućeg liječnika fizijatra podijeljeni u dvije jednakobrojne skupine od kojih je jedna skupina tretirana klasičnom elektrostimulacijom, dok je druga skupina podvrgnuta visokoenergetskoj induktivnoj magnetoterapiji oštećenog medijalnog živca. Svaki je ispitanik odradio jedan terapijski ciklus od ukupno 15 tretmana. Svi klinički i elektrofiziološki parametri kod obje skupine promatrani su i evaluirani prije i poslije odrađenog terapijskog ciklusa. Podatci prikupljeni istraživanjem statistički su obrađeni te prikazani tablično i grafički. Rezultati istraživanja pokazali su da je po završetku terapijskog ciklusa kod obje skupine došlo do značajnog smanjenja boli, ali je uočeno statistički značajnije smanjenje boli kod skupine tretirane klasičnom elektrostimulacijom zbog većeg intenziteta boli u toj skupini kao ulaznog kriterija prije početka terapijskog ciklusa. Ustanovljeno je da obje terapijske metode imaju podjednako značajnu učinkovitost u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca, odnosno da nema statistički značajne razlike između testiranih skupina nakon završetka terapijskog ciklusa. Zaključno, na temelju dobivenih rezultata može se reći da nema značajne razlike u terapijskoj učinkovitosti između klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji osoba sa sindromom karpalnog kanala, ali treba istaknuti da su obje metode pokazale terapijsku učinkovitost po svim analiziranim parametrima osim jakosti stiska šake, što je od velike važnosti za povratak zadovoljavajućeg funkcionalnog statusa pacijenata s navedenom problematikom.

**KLJUČNE RIJEČI:** elektrostimulacija živca, medijalni živac, sindrom karpalnog kanala, visokoenergetska induktivna magnetoterapija.

## **SUMMARY**

Carpal tunnel syndrome is the most common entrapment neuropathy of the upper extremities, and it occurs as a result of compression of the median nerve when passing through the carpal tunnel. So far, in the rehabilitation of carpal tunnel syndrome, classical electrostimulation of the median nerve has been commonly used. However, as a newer therapeutic method, high-energy inductive magnetotherapy is also being utilized. This method targets and strongly stimulates nerve cells and muscles, accelerating tissue regeneration processes. The main objective of this research is to determine the differences between the therapeutic effects of classical electrostimulation and high-energy inductive magnetotherapy of the median nerve in the rehabilitation of patients with carpal tunnel syndrome. In this prospective study, 28 participants diagnosed with carpal tunnel syndrome were randomly assigned by the attending physiatrist into two equal groups. The first group was treated with classical electrostimulation, while the second group underwent high-energy inductive magnetotherapy targeting the affected median nerve. Each participant completed a therapy cycle consisting of 15 sessions. All clinical and electrophysiological parameters for both groups were observed and evaluated before and after the therapy cycle. The data collected were statistically analyzed and presented in tables and graphs. Upon completing the therapy cycle, both groups experienced a statistically significant reduction in pain. The group treated with classical electrostimulation showed a more pronounced reduction in pain compared to the group treated with high-energy inductive magnetotherapy. This was attributed to the higher initial pain intensity in the electrostimulation group, which served as a baseline criterion before the start of the therapy cycle. Additionally, it was found that both therapeutic methods were equally effective in improving the sensory conduction velocity of the median nerve. There was no statistically significant difference in the sensory conduction velocity improvements between the two groups at the end of the therapy cycle. Based on the data collected and the results obtained, it can be concluded that there is no significant difference in the therapeutic effectiveness between classical electrostimulation and high-energy inductive magnetotherapy of the median nerve in the rehabilitation of individuals with carpal tunnel syndrome. However, it is noteworthy that both methods demonstrated therapeutic effectiveness across all analyzed parameters except for grip strength, which is of great importance for the return of satisfactory functional status of patients with this condition.

**KEY WORDS:** carpal tunnel syndrome, high-energy inductive magnetotherapy, median nerve, nerve electrostimulation

# 1. UVOD

Optimalna funkcija šake kao najsavršenijeg i najkompleksnijeg segmenta lokomotornog sustava čovjeka ima neizmjernu važnost za funkcioniranje svake osobe. Bilo da je riječ o finim, preciznim pokretima bilo o gruboj motorici, uloga šake u svakodnevnom i profesionalnom životu ljudi je neizostavna. Sindrom karpalnog kanala najčešća je kompresivna neuropatija u ljudskom tijelu, a zbog sve veće prisutnosti u populaciji te mehanizma nastanka (npr. rad na računalu) svrstava se i u bolesti modernog čovjeka. Označava niz simptoma uzrokovanih kompresijom medijalnog živca u karpalnom kanalu, a u uznapredovaloj fazi značajno narušava funkciju šake pojavom boli te smanjenjem motoričke snage i osjeta u šaci, što posljedično stvara znatne probleme u izvođenju svakodnevnih aktivnosti i bitno smanjuje radnu sposobnost osobe. Dijagnoza se postavlja provođenjem specifičnih testova pri kliničkom pregledu te elektromioneurografijom (EMNG). Do sada se u rehabilitaciji osoba sa sindromom karpalnog kanala, kod prisutne hipotrofije mišićne tenara te oslabljenog stiska šake, najčešće koristila klasična elektrostimulacija medijalnog živca. Visokoenergetska induktivna magnetoterapija, kao suvremena terapijska metoda nove generacije, koristi se magnetskim poljem jačine 3 Tesla (T), što je 600 puta jače od standardnih magnetoterapijskih uređaja. Terapijskom primjenom tako snažnog magnetskog polja, stimuliraju se živčane i mišićne stanice te krvožilni sustav, ubrzavaju procesi regeneracije tkiva i reduciraju upale, bol, kao i vrijeme oporavka. U dostupnoj literaturi, prema najboljem saznanju, ne nalaze se istraživanja na temu usporedbe navedenih terapijskih metoda za problematiku sindroma karpalnog kanala. Slijedom navedenog, nameće se potreba istražiti njihovu učinkovitost u rehabilitaciji sindroma karpalnog kanala s ciljem smanjenja vremena i sredstava potrebnih za uspješan oporavak i povratak funkcionalnog statusa.

## 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet je rada istraživanje terapijske učinkovitosti klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije u rehabilitaciji sindroma karpalnog kanala u Poliklinici za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop.

Cilj je rada utvrditi razlike između terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala.



## **1.2. Istraživačka pitanja i hipoteze**

Istraživanje provedeno za potrebe ovog rada treba dati odgovore na sljedeća istraživačka pitanja:

IP1. Kakva je razlika između terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu smanjenja boli?

IP2. Kakva je razlika između terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti impulsa kroz živac?

Na temelju postavljenih istraživačkih pitanja postavljene su hipoteze:

H1. Visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija je od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu smanjenja boli.

H2. Visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija je od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti impulsa kroz živac.

## **1.3. Metodologija istraživanja**

U istraživanje su uključene sve osobe koje su se vlastitim izborom, od rujna 2023. do ožujka 2024. godine, naručile za fizijatrijski i elektroneurografski pregled u Polikliniku za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop. Osim sindroma karpalnog kanala koji su dijagnosticirali liječnik specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije te liječnik neurolog, zadovoljile su i dodatne kriterije, što je utjecalo na ukupnu veličinu uzorka u istraživanju (28 ispitanika). Kriteriji za neuključivanje u studiju bili su prethodna kirurška dekompresija medijalnog živca u karpalnom kanalu, zatim već ranije provedena fizikalna terapija u području gornjih ekstremiteta unutar šest mjeseci prije uključivanja u istraživanje te kontraindikacije za provođenje elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije: ugrađeni metalni i elektronički implantati poput srčanih stimulatora, kohlearnih implantata, intratekalnih pumpi te slušnih pomagala, trudnoća, aktivni poremećaji

krvarenja, epilepsija, teške bolesti kardiovaskularnog i respiratornog sustava, teške neurološke i psihičke bolesti i stanja te maligne bolesti.

Ispitanici su nasumično podijeljeni u dvije jednakobrojne skupine od kojih je jedna skupina podvrgnuta klasičnoj elektrostimulaciji, dok je druga skupina podvrgnuta visokoenergetskoj induktivnoj magnetoterapiji oštećenog medijalnog živca. Svaki ispitanik odradio je ukupno 15 terapijskih tretmana, nakon čega su rezultati evaluirani. Pri evaluaciji rezultata naglasak je stavljen na numeričku ocjensku ljestvicu boli te senzornu brzinu provodljivosti kompromitiranog medijalnog živca, a također su promatrani rezultati Tinelova testa te dinamometrije šake.

Prikupljeni podatci statistički su obrađeni u programu Microsoft Excel te prikazani tablično i grafički. Učinjena je deskriptivna obrada podataka, pri čemu su utvrđeni relevantni statističko-analički pokazatelji. Podatci su grupirani prema analiziranim obilježjima i izračunate su odgovarajuće mjere centralne tendencije i varijabiliteta. U području inferencijalne statistike, za usporedbu jakosti stiska šake i senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije primijenjenog terapijskog ciklusa klasične elektrostimulacije kod prve skupine te visokoenergetske induktivne magnetoterapije kod druge skupine te za usporedbu jakosti stiska šake i senzorne brzine provodljivosti između prve i druge skupine poslije završenog terapijskog ciklusa, korišten je studentov t-test. U analizi kategorijskih (kvalitativnih) podataka, za usporedbu intenziteta boli te rezultata Tinelova testa prije i poslije terapijskog ciklusa kod prve i druge skupine te između prve i druge skupine poslije završenog terapijskog ciklusa, korišten je hi-kvadrat test. Svi su rezultati interpretirani na petpostotnoj razini statističke značajnosti.

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Poliklinike za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop.

#### **1.4. Struktura rada**

Rad se sastoji od osam poglavlja.

U prvom, uvodnom poglavlju definirani su predmet i cilj rada, navedena su istraživačka pitanja i hipoteze, ukratko je opisana metodologija provedenog istraživanja te je prikazana struktura i sadržaj samog rada.

Drugo poglavlje definira sindrom karpalnog kanala te daje informacije o faktorima rizika nastanka, obrađuje anatomiju karpalnog kanala i patofiziološko gledište, prikazuje kliničku sliku i dijagnostičke postupke te opisuje stupnjeve (stadije) sindroma karpalnog kanala neurofiziološkom klasifikacijom. Također, daje uvid u postupke i metode konzervativnog i kirurškog liječenja navedenog sindroma.

U trećem i četvrtom poglavlju opisane su fizioterapijske metode elektrostimulacije živca te visokoenergetske induktivne magnetoterapije (s naglaskom na tretiranje medijalnog živca), kao dvije metode čija je terapijska učinkovitost predmet samog istraživanja, odnosno rada.

Peto poglavlje donosi detaljan prikaz istraživačkog procesa i korištene metodologije, a šesto poglavlje interpretaciju rezultata statistički obrađenim te tablično i grafički prikazanim podacima prikupljenih istraživanjem.

Sedmo poglavlje sadrži raspravu o rezultatima te ograničenja istraživanja, dok je u osmom poglavlju zaključkom prikazana sinteza najznačajnijih rezultata i spoznaja istraživanja te su dani odgovori na postavljena istraživačka pitanja i hipoteze. Također, navedeni su prijedlozi za daljnja istraživanja i doprinos rada.

## 2. SINDROM KARPALNOG KANALA

Sindrom karpalnog kanala najčešća je kompresivna neuropatija gornjih ekstremiteta koja se pojavljuje kod otprilike 3 % cjelokupne odrasle populacije, ponajviše između 40. i 60. godine života. Pojavljuje se tri puta češće kod žena nego muškaraca, a prevalencija i težina simptoma povećavaju se s povećanjem životne dobi (Wiperman i Goerl, 2016).

Ovo poglavlje obuhvaća definiciju sindroma karpalnog kanala i najčešće faktore rizika za nastanak ovog sindroma. Prikazana je detaljna anatomija karpalnog kanala i patofiziološki aspekt, karakteristična klinička slika te dijagnostičke metode i testovi, a opisani su i stadiji (stupnjevi) sindroma karpalnog kanala neurofiziološkom klasifikacijom. Također, prikazani su najčešći postupci za konzervativno i kirurško liječenje ovog stanja.

### 2.1. Definicija sindroma karpalnog kanala i faktori rizika

Prema definiciji, sindrom karpalnog kanala medicinski je stanje koje nastaje kao posljedica kompresije medijalnog živca (*lat. nervus medianus*) pri prolasku karpalnim kanalom (*lat. canalis carpi*). S obzirom na uzrok nastanka, klasificira se na idiopatski (nepoznate etiologije) i sekundarni (poznati uzrok povezan s mnogobrojnim faktorima rizika nastanka). Profesionalne aktivnosti s naglaskom na repetitivne radnje šake i prstiju (npr. rad na računalu) ili korištenje ručnih vibracijskih alata znatno povećavaju rizik nastanka sindroma karpalnog kanala (Kozak i sur., 2015). Suženje prostora kojim prolazi medijalni živac te njegovo posljedično oštećenje može nastati kao rezultat više patoloških i posttraumatskih stanja kao i degenerativnih promjena. Rizik nastanka također povećavaju pozitivna obiteljska anamneza te hormonske promjene u trudnoći ili menopauzi (Genova i sur., 2020).

### 2.2. Anatomija i patofiziologija

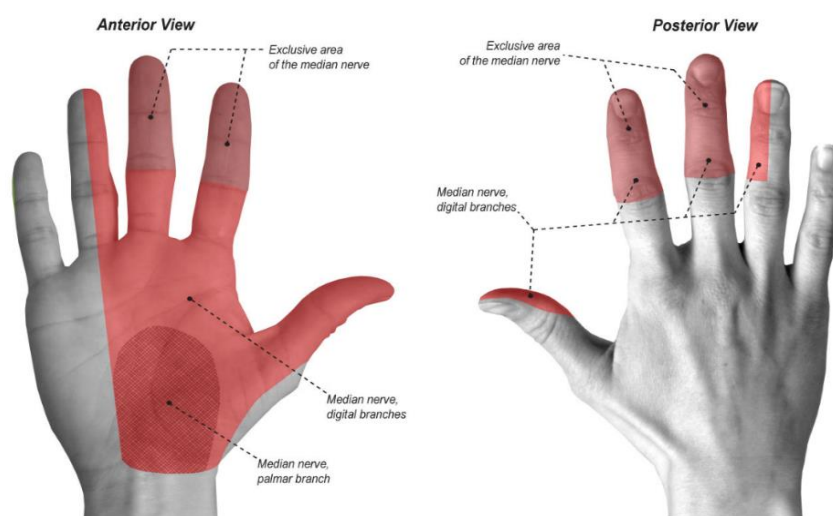
Karpalni kanal potpuno je nerastezljivi osteofibrozni kanal smješten na prednjoj strani korijena šake između karpalnog sulkusa (*lat. sulcus carpi*), koji čini bazu kanala, i fleksornog retinakuluma, odnosno čvrstog poprečnog karpalnog ligamenta (*lat. ligamentum carpi transversum*), koji kanal nadsvođuje (Chammas i sur., 2014).

Karpalni sulkus formiraju male kosti zapešća. U proksimalnom redu to su: čunasta kost (*lat. os scaphoideum*), polumjesečasta kost (*lat. os lunatum*), trokutasta kost (*lat. os triquetrum*) i

graškasta kost (*lat. os pisiforme*). U distalnom redu karpalni sulkus formiraju: trapezna kost (*lat. os trapezium*), trapezoidna kost (*lat. os trapezoideum*), glavičasta kost (*lat. os capitatum*) i kukasta kost (*lat. os hamatum*). Fleksorni retinakulum veže se za čunastu i trapeznu kost na lateralnoj strani te graškastu i kukastu kost na medijalnoj strani zapešća. Osim za medijalni živac, karpalni kanal služi i za prolaz devet fleksornih tetiva prstiju sa svojim osjetljivim sinovijalnim ovojnica: četiri tetive mišića površinskog pregibača prstiju (*lat. musculus flexor digitorum superficialis*), četiri tetive mišića dubokog pregibača prstiju (*lat. musculus flexor digitorum profundus*) i tetiva mišića dugačkog pregibača palca (*lat. musculus flexor pollicis longus*) (Joshi i sur., 2022).

U području podlaktice, medijalni živac prolazi između duboke i površinske glave mišića oblog pronatora (*lat. musculus pronator teres*) te distalno nastavlja između mišića površinskog pregibača prstiju (*lat. musculus flexor digitorum superficialis*) i dubokog pregibača prstiju (*lat. musculus flexor digitorum profundus*). Na putu prema periferiji, u distalnoj trećini podlaktice dolazi u površinski položaj u kojem i prolazi karpalnim kanalom, neposredno ispod fleksornog retinakuluma te izlazi u područje dlana između tetiva mišića dugačkog pregibača palca (*lat. musculus flexor pollicis longus*) i površinskog pregibača prstiju (*lat. musculus flexor digitorum superficialis*) (Presazzi i sur., 2011).

Slika 1. Inervacija medijalnog živca u području dlana i prstiju



Izvor: <https://www.neurologyneeds.com/neuroanatomy/peripheral-nerves/median-nerve/>

U području dlana, medijalni živac motorički inervira mišiće tenara (*m. abductor pollicis brevis*, *m. opponens pollicis* i *m. flexor pollicis brevis*) te prvi i drugi lumbrikalni mišić, a zatim završava granajući se na zajedničke palmarne digitalne živce preko kojih senzorno inervira lateralni dio dlana te čitavu palmarnu stranu i dorzalni distalni aspekt palca, kažiprsta, srednjeg prsta i radijalne polovice prstenjaka (Iskra i sur., 2013) (Slika 1).

Postoji više različitih mehanizama koji dovode do kompresije medijalnog živca pri prolasku karpalnim kanalom. S patofiziološkog gledišta, kompresivni sindromi nastaju kombinacijom povećanog pritiska i tenzije (Chammas i sur., 2014). Dva su najčešća mjesta kompresije medijalnog živca: jedno je na izlazu iz karpalnog kanala odmah ispod fleksornog retinakuluma, a drugo je u najužem dijelu karpalnog kanala uz klinasti nastavak (*lat. hamulus*) kukaste kosti. Kompresija obično nastaje kao posljedica hipertrofije sinovijalnih ovojnica fleksornih tetiva podlaktice (upalni odgovor na prenaprezanje ili traumatske ozljede zapešća ili upalni proces izazvan reumatskom bolešću) pri čemu dolazi do povećanja tlaka u karpalnom kanalu (Joshi i sur., 2022). Kod zdravih ljudi vrijednost tlaka u karpalnom kanalu iznosi do 10 mmHg, dok kod osoba s dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala vrijednost tlaka raste do 26 mmHg u mirovanju, a pri izvođenju pokreta u ručnom zglobu i prstima može doseći vrijednost i do 90 mmHg (Luchetti i sur., 1989). Pokret dorzalne fleksije u ručnom zglobu povećava tlak i deset puta od početne razine, dok pokret palmarne fleksije uzrokuje osam puta veći tlak u karpalnom kanalu u odnosu na tlak u mirovanju (Werner i Andary, 2002). Kronična kompresija i trakcija živca mogu posljedično naštetiti intraneuralnoj mikrocirkulaciji, uzrokovati lezije na razini mijelinske ovojnice i aksona te upalne promjene na potpornom vezivnom tkivu (Chammas i sur., 2014).

### **2.3. Klinička slika i dijagnostika**

Klinička slika sindroma karpalnog kanala manifestira se poremećajima sensorike i motorike u inervacijskom području medijalnog živca. Simptomi se razlikuju i variraju po intenzitetu, trajanju i vremenu u kojem se pojavljuju, a najčešće su prisutni u vidu boli, tuposti i trnjenja dominantno prva tri prsta i radijalne polovice četvrtog prsta zahvaćene šake te zapešća. U težim slučajevima može doći do hipotrofije ili atrofije muskulature tenara, što ponajviše otežava izvođenje pokreta abdukcije i opozicije palca te stvara značajne poteškoće u hvatanju i držanju predmeta (Genova i sur., 2020).

Klinička dijagnostika sindroma karpalnog kanala započinje detaljnim kliničkim pregledom uz uzimanje sustavne anamneze s pomoću koje se dobivaju opći podatci o pacijentu te njegovim sadašnjim tegobama i simptomima koji su ujedno i razlog dolaska. Također, važno je dobiti podatke o eventualnim dosadašnjim bolestima i stanjima te lijekovima koje je pacijent uzimao ili ih i dalje uzima. Nadalje, za dijagnostiku sindroma karpalnog kanala od iznimne je važnosti uzeti obiteljsku, socijalnu i radnu anamnezu, a potom napraviti klinički pregled gornjih ekstremiteta i vratne kralježnice (Ghasemi-Rad i sur., 2014).

U procesu dijagnostike sindroma karpalnog kanala upotrebljavaju se i brojni, najčešće provokacijski, specifični klinički testovi.

Slika 2. Tinelov test (znak)



Izvor: Sistematizacija autora

**Tinelov test (znak).** Izvodi se manualna perkusija na volarnoj strani zapešća u razini gdje medijalni živac prolazi karpalnim kanalom (Slika 2). Ako pacijent osjeti parestezije u inervacijskom području medijalnog živca tijekom izvođenja perkusije, smatra se da je test pozitivan. Osjetljivost je testa između 26 i 79 %, a specifičnost između 40 i 100 % (Palumbo i Szabo, 2002).

Slika 3. Phalenov test



Izvor: Sistematizacija autora

**Phalenov test.** Izvodi se maksimalna forsirana palmarna fleksija šake u ručnom zglobu u trajanju od jedne minute, pri čemu dolazi do kompresije medijalnog živca između proksimalnog ruba fleksornog retinakuluma i tetiva dugih fleksora prstiju (Slika 3). Ako pacijent za vrijeme trajanja testa osjeti parestezije, test se smatra pozitivnim (LeBlanc i Cestia, 2011). Osjetljivost je testa između 57 i 91 %, a specifičnost između 33 i 86 % (MacDermid i Wessel, 2004).

Slika 4. Wormserov test



Izvor: Sistematizacija autora

**Wormserov test.** Izvodi se maksimalna forsirana dorzalna fleksija šake u ručnom zglobu uz ekstenziju prstiju u trajanju od dvije minute, pri čemu se prati pojava parestezija u području inervacije medijalnog živca (Slika 4). Ako pacijent osjeti parestezije, test se smatra pozitivnim



(Ghasemi-Rad i sur., 2014). Kako je po svojim karakteristikama suprotan Phalenovu testu, često se naziva i *obrnuti Phalenov test*. Osjetljivost je testa 57 %, a specifičnost 78 % (MacDermid i Wessel, 2004).

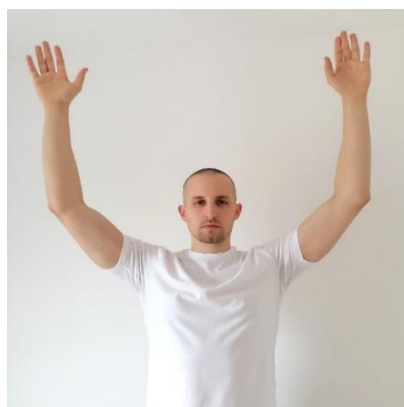
Slika 5. Durkanov kompresijski test



Izvor: Sistematizacija autora

**Durkanov kompresijski test.** Izvodi se pritiskom palca na proksimalni rub fleksornog retinakuluma u razdoblju od 30 sekundi (Slika 5). Ako se pojave parestezije u području inervacije medijalnog živca, test se smatra pozitivnim. Može se koristiti kad je prisutna smanjena pokretljivost u ručnom zglobu i šaci (Durkan, 1991). Osjetljivost je testa 64 %, a specifičnost 83 % (MacDermid i Wessel, 2004).

Slika 6. Test elevacije ruke



Izvor: Sistematizacija autora

**Test elevacije ruke.** Izvodi se podizanjem obje ispružene ruke iznad glave i zadržavanjem položaja dvije minute (Slika 6). Ako dođe do pojave parestezija u području inervacije medijalnog živca za vrijeme izvođenja testa, test se smatra pozitivnim. Osjetljivost je testa 76 %, a specifičnost 98 % (Ahn, 2001).

Slika 7. Flick test (znak)



Izvor: Sistematizacija autora

**Flick test (znak).** Ako protresanje ruku, odnosno brza izmjena ulnarne i radijalne devijacije šake palmarno flektirane u ručnom zglobu (Slika 7), dovodi do naglog smanjenja simptoma koji uzrokuju buđenje pacijenta tijekom noći, test se smatra pozitivnim (LeBlanc i Cestia, 2011). Osjetljivost je testa 93 %, a specifičnost 96 % (MacDermid i Wessel, 2004).

Ako se tijekom kliničkog pregleda posumnja na postojanje sindroma karpalnog kanala, potrebno je učiniti elektromioneurografiju (EMNG), odnosno neurološki dijagnostički postupak za procjenu funkcije perifernog neuromuskularnog sustava. S pomoću EMNG pregleda dobivaju se objektivni kvantificirani podatci o lokaciji i stupnju oštećenja te zahvaćenosti senzoričkih i/ili motoričkih živčanih vlakana (LeBlanc i Cestia, 2011). Ti podatci daju uvid u pravo fiziološko stanje medijalnog živca uspoređujući njegovu latenciju, amplitudu te brzinu senzorne i motorne provodljivosti pri prolasku karpalnim kanalom s drugim živcem koji kroz njega ne prolazi, kao npr. ulnarni živac (*lat. nervus ulnaris*) (Havton, Hotson i Kellerth, 2007). Najranija i najosjetljivija električna abnormalnost kod sindroma karpalnog kanala jest smanjenje brzine senzorne provodljivosti između korijena najčešće drugog ili trećeg

prsta i ručnog zgloba. Za medijalni živac najčešće se kao normalna vrijednost uzima brzina provodljivosti iznad 45 m/s, dok se brzina ispod te vrijednosti smatra niskom (Chammas i sur., 2014). Međutim, različiti čimbenici, poput dobi, spola, pretilosti, temperature, promjera prstiju ili postojanja sistemske bolesti, utječu na latenciju, amplitudu i brzinu senzorne provodljivosti medijalnog živca, pa i referentne vrijednosti brzine provodljivosti mogu varirati (Havton, Hotson i Kellerth, 2007). Zbog visokog postotka osjetljivosti (80 % - 92 %) i specifičnosti (80 % - 99 %) elektromioneurografija se smatra zlatnim standardom u dijagnostici sindroma karpalnog kanala (Werner i Andary, 2002).

Dijagnoza sindroma karpalnog kanala prije svega temelji se na detaljnom kliničkom pregledu i testovima uz iscrpnu anamnezu te rezultate EMNG obrade. Međutim, često su u upotrebi i druge dijagnostičke metode kako bi se dobio što bolji uvid u samu problematiku.

Ultrasonografija, odnosno dijagnostički ultrazvuk (UZV), kao metoda u dijagnostici sindroma karpalnog kanala ima puno prednosti u odnosu na druge dijagnostičke metode poput niske cijene, velike dostupnosti, neinvazivnosti te kratkog vremena trajanja pregleda. Zbog znatnog napretka u rezoluciji moguće je dobiti visokokvalitetne slike svih mekotkivnih struktura unutar karpalnog kanala (medijalni živac, devet fleksornih tetiva i fleksorni retinakulum) (El Miedany, Aty i Ashour, 2004). Glavni nedostatak ultrasonografije nemogućnost je prikaza koštanih struktura te znatno slabija rezolucija u odnosu na magnetsku rezonanciju (MR). Magnetska rezonancija omogućuje prikaz sadržaja karpalnog kanala u visokoj rezoluciji, ali zbog visoke cijene, male dostupnosti i dužine trajanja pretrage, nije česta metoda izbora u dijagnostici sindroma karpalnog kanala (Ghasemi-Rad i sur., 2014). Rendgenološka dijagnostika (RTG) ima ograničenu ulogu u otkrivanju primarnog, idiopatskog sindroma karpalnog kanala zbog činjenice da ne prikazuje mekotkivne strukture unutar samog kanala, ali može biti korisna u slučajevima povezanim s prijelomima, koštanom karpalnom stenozom ili postojanjem kalcifikata (Buchberger, 1997). U tom slučaju, kvalitetniju i jasniju vizualizaciju koštanog dijela karpalnog kanala pruža kompjutorizirana tomografija (CT), ali se ni s pomoću nje ne može utvrditi kompresija medijalnog živca, osim ako nije direktna posljedica stanja koštanih struktura (Schmitt i sur., 1988). Zbog navedenih ograničenja u procjeni mekotkivnih promjena RTG i CT najčešće nisu u upotrebi kao rutinski dijagnostički alati sindroma karpalnog kanala (Buchberger, 1997).

## 2.4. Neurofiziološka klasifikacija

**Prvi (početni, rani) stadij.** Simptomi se javljaju povremeno, i to samo tijekom noći. Osoba ima tendenciju buđenja iz sna s osjećajem utrnulosti ili otekline šake, ali bez vidljivog otoka (Genova i sur., 2020). Postoji više čimbenika koji mogu uzrokovati povećani noćni tlak u karpalnom kanalu, kao npr. nedostatak mehanizma mišićne pumpe koji pridonosi drenaži intersticijske tekućine u karpalnom kanalu ili tendencija držanja ručnog zgloba u flektiranom položaju tijekom spavanja. Rast tlaka u karpalnom kanalu iznad 40 mmHg ometa venski povratak u intraneuralnoj mikrocirkulaciji i uzrokuje smanjenu intraneuralnu opskrbu kisikom i venski zastoj te nastanak endoneuralnog edema. Povećanje tlaka od 30 mmHg tijekom dva sata dovodi do progresivnog slabljenja sporog i brzog aksonskog transporta. Kada osoba krene pokretati ručni zglob i prste (npr. prilikom protresanja ruku), dolazi do postupne drenaže edema, a nakon popuštanja kompresije i do brzog smanjenja tegoba (Chammas i sur., 2014).

**Drugi (umjereni) stadij.** Simptomi su prisutni tijekom noći, ali i tijekom dana. Preko dana najčešće se javljaju kod bavljenja ponavljajućim aktivnostima koje uključuju prekomjerno korištenje šake i prstiju ili kod zadržavanja određenog položaja tijekom dužeg razdoblja. Također, osobe mogu primijetiti nespretnost pri hvatanju predmeta ili izvođenju preciznih kretnji šake i prstiju (Genova i sur., 2020). Konstantno su prisutni poremećaji mikrocirkulacije, intersticijski edem te povećani tlak u karpalnom kanalu. Dolazi do oštećenja mijelinske ovojnice i Ranvierovih čvorova. Nakon popuštanja kompresije, dolazi do relativno brzog smanjenja tegoba ponovnom uspostavom intraneuralne mikrocirkulacije. Za razliku od brzog popuštanja simptoma zbog ponovne uspostave intraneuralne mikrocirkulacije, oporavak mijelinske ovojnice zahtijeva više tjedana ili mjeseci te uzrokuje povremene simptome i trajne elektrofiziološke abnormalnosti (Chammas i sur., 2014).

**Treći (uznapredovali) stadij.** Simptomi su stalno prisutni te su posebno vidljivi znakovi senzornog ili motoričkog deficita, najčešće u vidu hipotrofije ili atrofije muskulature tenara, smanjene pokretljivosti i snage palca kod izvođenja pokreta abdukcije i opozicije te općenito slabije funkcije šake pri izvođenju grubih i finih motoričkih radnji (Ghasemi-Rad i sur., 2014). Kao posljedica aksonotmeze, odnosno oštećenja aksona i mijelinske ovojnice, periferno od mjesta lezije nastaje Wallerova degeneracija. Nakon dekompresije medijalnog živca, vrijeme oporavka ovisi o pacijentovu potencijalu za regeneraciju aksona, ponajviše vezano uz životnu dob, postojanje polineuropatije te vrijeme i težinu kompresije. Stoga, regeneracija i

funkcionalna restitucija živca mogu potrajati i više mjeseci te u konačnici biti potpuni ili nepotpuni (Chammas i sur., 2014).

## **2.5. Liječenje**

Liječenje sindroma karpalnog kanala može biti konzervativno i kirurško, a odluka o vrsti liječenja temelji se ponajprije na uzroku i stadiju bolesti, odnosno intenzitetu i dužini trajanja simptoma. Za pacijente s blažim i umjerenim simptomima preporučeno je konzervativno liječenje, dok se za pacijente s uznapredovalim i teškim stadijem sindroma karpalnog kanala preporučuje kirurško liječenje (Shi i MacDermid, 2011).

### **2.5.1. Konzervativno liječenje**

Konzervativno liječenje sindroma karpalnog kanala obuhvaća čitavi spektar nekirurških postupaka i metoda.

**Udlage i stabilizacijske ortoze.** Primjena udlaga i stabilizacijskih ortoza za ručni zglob dokazano reducira simptome sindroma karpalnog kanala (Povlsen, Bashir i Wong, 2014). Istraživanja su pokazala da se najbolji rezultati postižu korištenjem udlaga koje imobiliziraju ručni zglob u neutralnom položaju pri čemu prsti ostanu slobodni, čime se prevenira izvođenje palmarne i dorzalne fleksije u ručnom zglobu te posljedično povećanje kompresije i tlaka u karpalnom kanalu (Burke i sur., 1994; Gerritsen i sur., 2001). Opće preporuke za korištenje udlaga su tijekom noći u razdoblju od šest tjedana. Međutim, neke studije pokazuju još bolje rezultate ako se koriste tijekom cijelog dana i noći, a posebno tijekom aktivnosti koje provociraju nastanak ili pogoršanje simptoma (Walker i sur., 2000).

**Ergonomsko pozicioniranje i prilagodba.** S obzirom na to da su dugotrajne, repetitivne radnje šake i prstiju jedan od glavnih rizičnih faktora za nastanak sindroma karpalnog kanala, nužno je provesti sve dostupne i moguće ergonomske mjere u životnoj i radnoj okolini s ciljem smanjenja opterećenja ručnog zgloba. Studije su pokazale da je ergonomsko pozicioniranje pozitivno utjecalo na smanjenje simptoma sindroma karpalnog kanala od 12 tjedana, ali potrebno je provesti daljnja istraživanja kako bi se potvrdili dobiveni rezultati (Buchan i Amirfeyz, 2013).

**Medikamentozna terapija.** Lokalna aplikacija kortikosteroida injekcijom izravno u karpalni kanal pokazala se djelotvornom za kratkoročno ublažavanje simptoma, ali ne smije se ponavljati više od tri puta godišnje zbog visokog rizika oštećenja tetiva i živca (Wong i sur., 2001; Ono, Clapham i Chung, 2010). Injekcije lokalnih anestetika, poput prokain hidroklorida, pokazale su se kao učinkoviti dodatci injekcijama kortikosteroida. Međutim, studije su utvrdile, također, samo kratkoročnu učinkovitost (Karadaš i sur., 2012). Peroralna primjena kortikosteroida (npr. prednizolon) pokazala je isto kratkotrajnu učinkovitost, no zbog većeg broja neželjenih nuspojava nije čest terapijski izbor u liječenju sindroma karpalnog kanala (Chang i sur., 2002). Studije koje su uključivale nekoliko različitih vrsta nesteroidnih protuupalnih lijekova, diuretike i pirodaksin (vitamin B6) zaključile su da navedeni nemaju učinak na smanjenje simptoma sindroma karpalnog kanala te je njihov učinak uspoređen s učinkom placeba (Chang i sur., 1998; LeBlanc i Cestia, 2011). Zagrijani lidokainski flasteri također su prepoznati kao potencijalni alternativni kratkoročni terapijski tretman, pokazujući značajno smanjenje boli nakon dvotjedne studije, ali zbog malog uzorka na kojem je studija provedena zahtijevaju daljnje istraživanje (Nalamachu i sur., 2014).

**Fizioterapija.** Ako nisu prisutne anatomske abnormalnosti karpalnog kanala, odgovarajućim se fizioterapijskim programom, u velikom broju slučajeva, mogu postići značajni rezultati smanjenjem simptoma i vraćanjem narušene funkcije šake. Optimalan program uključuje kombinaciju fizikalnih čimbenika, manualne terapije i kineziterapije, a mora biti individualiziran i prilagođen stadiju bolesti, težini simptoma, individualnim karakteristikama bolesnika te popratnim bolestima (Zaraliev, 2020).

U rehabilitaciji sindroma karpalnog kanala koristi se široki spektar fizikalnih čimbenika. Terapija laserom niskog i visokog intenziteta djeluje na smanjenje boli, parestezija te upalnog procesa, a osim analgetskog ima i biostimulirajući učinak (Martins i Siqueira, 2017). Terapijski ultrazvuk pokazao je zadovoljavajući kratkoročan i srednjoročan terapijski učinak kod osoba s blagim do umjerenim simptomima. Studije su pokazale poboljšanje subjektivnih (bol) i objektivnih parametara (elektroneurografske mjere), a preporučeno ga je koristiti i za sonoforezu, odnosno u kombinaciji s nesteroidnim protuupalnim lijekovima u gelu u svojstvu kontaktnog medija (Ebenbichler i sur., 1998; Piravej i Boonhong, 2004). Iontoforeza se koristi za kombiniranje analgetskog učinka galvanske struje s fibrinolitičkim učinkom kalijeva jodida, dok galvanska struja, također, djeluje i na poboljšanje živčane provodljivosti. Za postupak se koristi petpostotna otopina kalijeva jodida koja se stavlja na hidrofilnu tkaninu oko negativne elektrode (Banta, 1994). Terapija udarnim valom pokazala se posebno učinkovita u ranom

stadiju bolesti te kod mlađih pacijenata kod kojih je nastanak sindroma karpalnog kanala povezan s profesionalnim preopterećenjem. Primjenjuje se u području poprečnog karpalnog ligamenta, a koristi pneumatski generirane udarne valove s ciljem smanjenja boli, poboljšanja cirkulacije, stimulacije staničnog metabolizma te regeneracije tkiva (Wu i sur., 2016). Akupunktura je još jedna nekirurška terapijska metoda koja dokazano djeluje na značajno smanjenje boli kod osoba sa sindromom karpalnog kanala koristeći proksimalne i distalne akupunkturne točke (Maeda i sur., 2013). Studije su pokazale jednaku učinkovitost akupunkture za smanjenje subjektivnih tegoba kao i kod primjene noćnih udloga (Kummerddee i Kaewtong, 2010). Kada je tehnički pravilno aplicirana, analgetski učinak akupunkture može se usporediti i s učinkom lokalno primijenjenih kortikosterioda, zbog čega je izvrstan alternativni terapijski izbor ako su kortikosteroidi kontraindicirani (Yang i sur., 2009).

Individualizirani kineziterapijski program za oboljelu ruku izrađuje se ovisno o stupnju funkcionalnog oštećenja te stanju muskulature tenara i palca pa se uz vježbe često koristi i elektrostimulacija (Carlson i sur., 2010). Program mora biti pomno doziran i ne smije biti ograničen samo na područje ručnog zgloba i šake nego mora uključivati segmente cijelog kinetičkog lanca, uključujući vratnu kralježnicu i čitavi gornji ekstremitet. Važno je naglasiti da je dugotrajna i intenzivna kineziterapija apsolutno kontraindicirana te može dovesti do pogoršanja stanja, što se često smatra i indikacijom za kirurško liječenje (Zaraliev i sur., 2020). Prema nekoliko autora, specifične vježbe klizanja živca smanjuju simptome sindroma karpalnog kanala sprječavanjem nastanka priraslica između fleksornih tetiva i medijalnog živca, smanjujući tenosinovijalni edem, stimulirajući venski povrat te posljedično smanjujući pritisak unutar karpalnog kanala (Akalin i sur., 2002; Horng i sur., 2014).

Manualne tehnike, kao izbor terapije sindroma karpalnog kanala, u više studija dokazale su učinkovitost u vidu smanjenja boli i adhezija mekog tkiva te poboljšanja pokretljivosti, funkcije i živčane provodljivosti u zapešću i šaci (Jiménez-Del-Barrio i sur., 2022). U navedenim istraživanjima, kao alat za procjenu težine simptoma i funkcionalnog statusa korišten je Boston upitnik (*eng. Boston Carpal Tunnel Questionnaire*) (Leite, Jerosch-Herold i Song, 2006). Sve vrste manualnih intervencija dovele su do poboljšanja rezultata osim kod skupine pacijenata koja je provodila samostalno miofascijalno istežanje poprečnog karpalnog ligamenta, što nije dovelo do promjene u odnosu na početak terapijskog eksperimentalnog ciklusa (Shem, Wong i Dirlikov, 2020). Unatoč tome, zbog velike varijabilnosti manualnih tehnika i visoke metodološke heterogenosti, potrebna su daljnja istraživanja primjene manualnih tehnika kod osoba sa sindromom karpalnog kanala kako bi se potvrdili dosadašnji rezultati.

### **2.5.2. Kirurško liječenje**

Ako konzervativno liječenje ne daje zadovoljavajuće rezultate, preporučuje se kirurško liječenje. S operativnim zahvatom ne smije se odugovlačiti jer kod težih oštećenja živca dolazi do ireverzibilnih promjena, pa se i operacijom može postići samo parcijalan oporavak motorike i osjeta. Studije su pokazale da ako su simptomi sindroma karpalnog kanala prisutni duže od osam mjeseci, rezultati kirurškog liječenja lošiji su nego ako je operativni zahvat učinjen pravodobno (Pećina, Franić i sur., 2021). Kirurško liječenje sindroma karpalnog kanala podrazumijeva dekompresiju medijalnog živca presijecanjem fleksornog retinakuluma čime se smanjuje pritisak na živac i povećava prostor unutar samog karpalnog kanala što ponajprije dovodi do znatnog smanjenja boli. Za povratak mišićne snage potrebno je do tri mjeseca, dok parestezije i utrnulost mogu zaostati i do šest mjeseci nakon operativnog zahvata. Pravodobno učinjen kirurški zahvat daje zadovoljavajuće dugoročne rezultate kod 70 – 90 % pacijenata (Baričić i sur., 2019).

Dvije osnovne metode kirurške dekompresije medijalnog živca su otvorena i endoskopska metoda. Provedeno je nekoliko studija u kojima su se uspoređivali učinkovitost i ishodi različitih kirurških tehnika dekompresije. Pokazalo se da između otvorene i endoskopske metode nema značajne razlike u ishodima nakon 12 tjedana proteklih od operacije, kao i u razdoblju od jedne do pet godina nakon operativnog zahvata (Ejiri i sur., 2012; Mintalucci i Leinberry, 2012). Endoskopska metoda ponekad se preferira u odnosu na otvorenu metodu zbog očuvanja integriteta kože te palmarne muskulature, čime se olakšava i ubrzava povratak radnim aktivnostima, ali zbog ograničene vidljivosti tijekom samog zahvata nosi povećani rizik od oštećenja medijalnog živca te arterija unutar karpalnog kanala (Mintalucci i Leinberry, 2012). Neovisno o metodi dekompresije, nakon operativnog zahvata preporučeno je učiniti postoperativnu rehabilitaciju s ciljem ubrzanja procesa oporavka.



### 3. ELEKTROSTIMULACIJA ŽIVCA

Elektrostimulacija (ES) je fizioterapijski postupak kod kojeg se niskofrekventnom strujom stimulira mišić ili živac s ciljem izazivanja kontrakcije i sprječavanja atrofije denervirane muskulature, odnosno održavanja vitalnosti muskulature dok traje proces regeneracije oštećenog živca. Provodi se s pomoću električnih impulsa dobivenih iz elektrostimulacijskog uređaja, pri čemu se odabire trajanje (širina), amplituda (visina), oblik (trokutasti ili pravokutni) i frekvencija impulsa. Kod primjene elektrostimulacijske terapije važno je razlikovati podražuje li se mišićna ili živčana motorna točka. Mišićna motorna točka područje je na trbuhu mišića gdje motorni živac ulazi u sami mišić i na kojem je podražljivost mišića najveća, a kožni otpor najmanji. Živčana motorna točka mjesto je na kojem je živac najpovršniji, a samim time i najpodražljiviji. Jedan živac na svojem putu može imati više živčanih motornih točki. Osnovna je razlika da se podraživanjem mišićne motorne točke stimulira kontrakcija samo tog ciljanog mišića, dok se podraživanjem živčane motorne točke stimulira kontrakcija svih mišića koje podraženi živac inervira (Ćurković i sur., 2004).

Elektrostimulacijom ozlijeđenog perifernog živca, ako nije prekinut njegov kontinuitet, potiče se vraćanje optimalne brzine provodljivosti i sprječava atrofija inervirane muskulature. Pretkliničke studije pokazale su da je elektrostimulacija obećavajuća adjunktivna terapija za poboljšanje regeneracije aksona i funkcionalnog oporavka živca nakon dekompresije, izravne neurorafije te rekonstrukcije živca grafitom (Juckett i sur., 2022).

Kronična kompresija medijalnog živca, karakteristična za sindrom karpalnog kanala, može posljedično dovesti do oštećenja intraneuralne mikrocirkulacije te uzrokovati lezije na razini mijelinske ovojnice i aksona što se u uznapredovalom stadiju bolesti očituje senzornim i/ili motoričkim deficitom, najčešće u vidu atrofije muskulature tenara, smanjene pokretljivosti i snage palca kod izvođenja pokreta abdukcije i opozicije te općenito slabije funkcije šake (Ghasemi-Rad i sur., 2014). Elektrostimulacija medijalnog živca izvodi se s pomoću pojedinačnih trokutastih impulsa, bipolarnom tehnikom, odnosno koristeći dvije elektrode jednake veličine. Elektrode se postavljaju tako da je anoda anteromedijalno na proksimalnoj trećini podlaktice (u području *m. pronator teres*), dok se katoda postavlja anteriorno na distalnu trećinu podlaktice. Podražaj mora biti osjetno podnošljiv, a opet dovoljno jak da izazove selektivnu kontrakciju željene muskulature (Ćurković i sur., 2004).

## 4. VISOKOENERGETSKA INDUKTIVNA MAGNETOTERAPIJA

Visokoenergetska induktivna magnetoterapija (VIM) fizioterapijska je metoda novije generacije koja se izvodi s pomoću sofisticiranog uređaja koji generira magnetsko polje jačine do 3T, što je oko 600 puta jače od standardnih magnetoterapijskih uređaja. Ovo izuzetno snažno elektromagnetsko polje ima stimulacijski i terapijski učinak na živčane i mišićne stanice te krvožilni sustav, a daje odlične rezultate kod širokog spektra bolnih stanja. Visokoenergetska pulsirajuća induktivna magnetoterapija poboljšava metabolizam fibroblasta, hondrocita i osteoblasta te djelovanje hormona i neurotransmitera na receptore raznih stanica. Utječe na transport kalcijevih iona, potiče apsorpciju kalcija u kosti i pomaže sintezi hrskavičnih stanica. Ima smirujuće djelovanje na upalne procese te opskrbljuje tretirano područje krvlju i kisikom čime ubrzava regeneraciju oštećenog tkiva. Uzrokuje povećanje praga tolerancije na bol i aktivira antikoagulacijski sustav. Osim toga, stimulira proizvodnju opioidnih peptida, aktivira mastocite i povećava električni kapacitet mišićnih vlakana. Navedeni elektrokemijski procesi dovode do višestrukih pozitivnih učinaka na ljudsko tijelo u vidu opće kontrole boli, stimulacije mišićnog tkiva, regeneracije živčanog tkiva te poboljšanja cirkulacije i do četiri tjedna nakon posljednjeg tretmana (Zimmer MedizinSysteme GmbH, 2019).

Elektromagnetska polja pokreću akcijski potencijal na motornom živcu što dovodi do njegove depolarizacije i rezultira trzajima inerviranog mišića. Niz trzaja mišića zatim razvija mišićnu kontrakciju. Niske pulsne elektromagnetske frekvencije omogućavaju mišićima da se relaksiraju nakon svake kontrakcije. Povećanjem frekvencije povećava se i mišićna napetost pa tako kod visokih frekvencija više ne dolazi do relaksacije mišića između impulsa. U tretmanu visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom preporučeno je koristiti frekvencije do devet herca (Hz) za relaksaciju, do 30 Hz za toniziranje atrofirane muskulature, do 70 Hz za povećanje mišićnog volumena te do 100 Hz za povećanje mišićne snage. Terapijski tretman može se provoditi velikim aplikatorom u statičkom načinu rada, malim aplikatorom u dinamičkom načinu rada ili kombiniranim načinom rada. Neovisno o načinu rada, izravan kontakt s kožom pacijenta nije potreban kako bi se postigao željeni terapijski učinak. Kod sindroma karpalnog kanala, terapijski tretman visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom provodi se statičkim načinom rada, postavljanjem velikog aplikatora anteriorno na području podlaktice. Intenzitet podražaja mora biti osjetno podnošljiv za pacijenta, ali dovoljno jak da izazove kontrakciju ciljane inervirane muskulature medijalnog živca. U terapijskom ciklusu, tretmane je preporučeno provoditi svakodnevno za optimalne rezultate (Zimmer MedizinSysteme GmbH, 2019).

## 5. ISPITANICI I METODE

U ovom poglavlju detaljno je opisan proces odabira ispitanika u istraživanje, sam istraživački proces i promatrani parametri te metode koje su korištene pri prikupljanju podataka i njihovoj statističkoj obradi.

U istraživanje su uključene sve osobe koje su se vlastitim izborom, od rujna 2023. do ožujka 2024. godine, naručile za fizijatrijski i elektroneurografski pregled u Polikliniku za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop. Osim sindroma karpalnog kanala koji je dijagnosticirao liječnik specijalist, zadovoljile su i dodatne kriterije, što je utjecalo na ukupnu veličinu uzorka u istraživanju (28 ispitanika). Protokol istraživanja odobrilo je Etičko povjerenstvo Poliklinike za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop, a svaki ispitanik dobrovoljno je potpisao informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju (Prilog 1), pri čemu je detaljno objašnjen tijekom istraživanja te mogući benefiti i rizici.

Kriteriji za odabir ispitanika u ovo prospektivno istraživanje bili su detaljna anamneza koju su prikupili liječnici specijalisti fizikalne medicine i rehabilitacije te liječnici neurolozi, kao i klinička slika, koja je jasno ukazivala na sindrom karpalnog kanala. Od svakog ispitanika prikupljeni su demografski podatci o dobi, spolu, stručnoj spremi i radnom statusu te mjestu stanovanja (urbana ili ruralna sredina). Klinička slika uključivala je bol i/ili parestezije šake i prstiju u području inervacije medijalnog živca (evaluirano numeričkom ocjenskom ljestvicom), slabost palca šake pri izvođenju pokreta abdukcije i opozicije, hipotrofiju mišića tenara, smanjenu snagu stiska šake (evaluirano dinamometrom) te Tinellov znak.

Svakom ispitaniku učinjena je elektromiografska, odnosno elektroneuroografska obrada gornjih ekstremiteta s pomoću površinskih *disk* elektroda na uređaju Nihon Kohden. Od elektrofizioloških parametara promatrana je i zabilježena senzorna brzina provodljivosti medijalnog živca u području zapešća s pripadajućim parametrima (latencija S potencijala, amplituda S potencijala, trajanje S potencijala te površina S potencijala), kao i motorna brzina provodljivosti medijalnog živca u području podlaktice s pripadajućim parametrima (latencija M potencijala, amplituda M potencijala, trajanje M potencijala, površina M potencijala te kvocijent terminalne latencije). Svi elektrofiziološki parametri promatrani su i evaluirani kod svakog ispitanika obostrano, na obje ruke, neovisno o kliničkoj slici. Kao vodeći kriterij u izboru ispitanika za studiju s elektrofiziološkog stajališta uzeta je smanjena senzorna brzina provodljivosti medijalnog živca u području zapešća (ispod 45 m/s), dok je s kliničkog stajališta

naglasak stavljen na intenzitet boli šake i prstiju, što je evaluirano numeričkom ocjenskom ljestvicom od 0 (ako nema boli) do 10 (najjača moguća bol), pri čemu je intenzitet boli podijeljen u tri kategorije: bez boli / blaga bol (ocjene 0 - 3), umjerena bol (ocjene 4 - 6) i jaka bol (ocjene 7 - 10). Diferencijalno-dijagnostičkim pristupom isključeno je postojanje drugih bolesti s kliničkom slikom koja je slična kao kod navedenog sindroma.

Kriteriji za neuključivanje u studiju bili su prethodna kirurška dekompresija medijalnog živca u karpalnom kanalu, zatim već ranije provedena fizikalna terapija u području gornjih ekstremiteta unutar šest mjeseci prije uključivanja u istraživanje te kontraindikacije za provođenje elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije: ugrađeni metalni i elektronički implantati poput srčanih stimulatora, kohlearnih implantata, intratekalnih pumpi te slušnih pomagala, trudnoća, aktivni poremećaji krvarenja, epilepsija, teške bolesti kardiovaskularnog i respiratornog sustava, teške neurološke i psihičke bolesti i stanja te maligne bolesti (Zimmer MedizinSysteme GmbH, 2019).

Slučajnim odabirom ordinirajućeg liječnika specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije, ispitanici su podijeljeni u dvije jednakobrojne skupine karpalnih kanala, pri čemu su oni ispitanici s dijagnozom bilateralnog sindroma karpalnog kanala smješteni u obje skupine, tako da im je jedna ruka dodijeljena prvoj, a druga ruka drugoj skupini, također, slučajnim odabirom.

Slika 8. Elektrostimulacija medijalnog živca na uređaju Zimmer PhySys SD



Izvor: Sistematizacija autora

Slika 9. Visokoenergetska induktivna magnetoterapija medijalnog živca na uređaju Zimmer emField Pro



Izvor: Sistematizacija autora

Prva skupina ispitanika sa sindromom karpalnog kanala tretirana je klasičnom elektrostimulacijom u trajanju od 10 minuta po tretmanu, dok je druga skupina podvrgnuta visokoenergetskoj induktivnoj magnetoterapiji oštećenog medijalnog živca, također, u trajanju od 10 minuta po terapijskom tretmanu, uz individualno određivanje intenziteta. Elektrostimulacija se provodila na uređaju Zimmer PhySys SD (Slika 8), a visokoenergetska induktivna magnetoterapija na uređaju Zimmer emField Pro (Slika 9). Ispitanici su iz obje skupine u sklopu fizioterapijskog tretmana primali i terapiju laserom u trajanju od 10 minuta te su na prvom tretmanu dobili edukativni letak s terapijskim vježbama za sindrom karpalnog kanala (Prilog 2). Svaki ispitanik odradio je jedan terapijski ciklus od ukupno 15 tretmana (pet puta tjedno, tijekom tri tjedna). Svi opisani klinički i elektrofiziološki parametri promatrani su i evaluirani prije i poslije odrađenog terapijskog ciklusa i kod jedne i kod druge skupine, s naglaskom na senzornu brzinu provodljivosti medijalnog živca u području zapešća te intenzitet boli u inervacijskom području šake i prstiju.

Podatci prikupljeni istraživanjem statistički su obrađeni u programu Microsoft Excel te prikazani tablično i grafički zbog bolje preglednosti. Učinjena je deskriptivna obrada podataka,

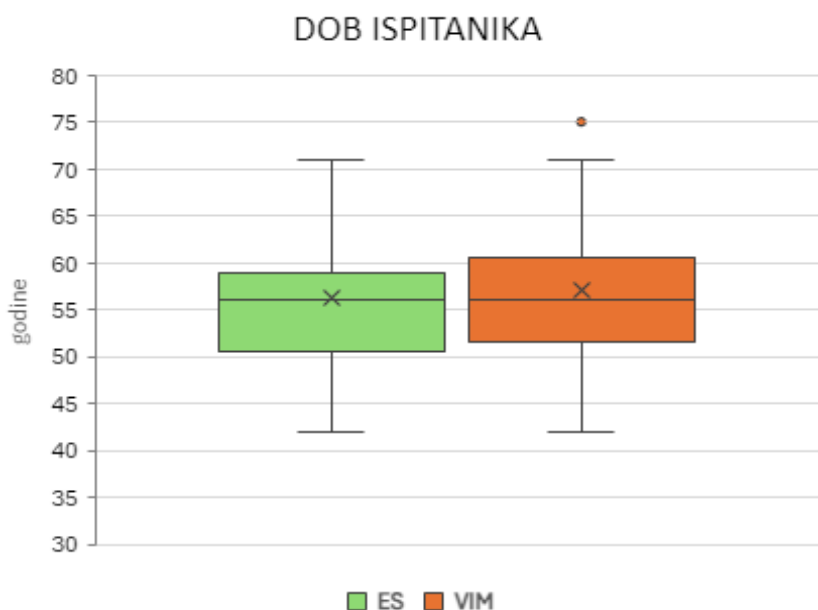
pri čemu su utvrđeni relevantni statističko-analički pokazatelji te su podatci grupirani prema analiziranim obilježjima i izračunate odgovarajuće mjere centralne tendencije i varijabiliteta.

U području inferencijalne statistike, za usporedbu jakosti stiska šake i senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije primijenjenog terapijskog ciklusa klasične elektrostimulacije kod prve skupine te visokoenergetske induktivne magnetoterapije kod druge skupine te za usporedbu jakosti stiska šake i senzorne brzine provodljivosti između prve i druge skupine prije i poslije završenog terapijskog ciklusa, korišten je studentov t-test. U analizi kategorijskih (kvalitativnih) podataka, za usporedbu intenziteta boli te rezultata Tinelova testa prije i poslije terapijskog ciklusa kod prve i druge skupine te između prve i druge skupine prije i poslije završenog terapijskog ciklusa, korišten je hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test. Svi rezultati interpretirani su na petpostotnoj razini statističke značajnosti.

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom prospektivnom istraživanju sudjelovalo je ukupno 28 ispitanika s dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala. Od ukupnog broja ispitanika, njih šest (21,4 %) imalo je jednostrano dijagnosticirani sindrom karpalnog kanala, dok su 22 ispitanika (78,6%) imala bilateralni sindrom karpalnog kanala pa je ukupan broj karpalnih kanala u studiji iznosio 50. Od ukupnog broja karpalnih kanala, prvu skupinu tretiranu klasičnom elektrostimulacijom činilo je njih 25 (50 %), dok je druga skupina od 25 karpalnih kanala (50 %), također, tretirana visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom, pri čemu su oni ispitanici s dijagnozom bilateralnog sindroma karpalnog kanala smješteni u obje skupine, tako da im je slučajnim odabirom jedna ruka dodijeljena prvoj, a druga ruka drugoj skupini.

Dijagram 1. Dob ispitanika po skupinama



Izvor: Sistematizacija autora

Prosječna dob ispitanika u skupini tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom (ES) bila je 56,2 godine, uz standardnu devijaciju 7,58 godina, s tim što je najmlađa osoba u skupini imala 42, a najstarija 71 godinu. Prosječna dob u skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM) bila je 57,1 godinu, sa standardnom devijacijom 8,25 godina, uz raspon od 42 do 75 godina. U obje skupine, medijan je iznosio 56 godina (Dijagram 1).

Tablica 1. Demografski podaci svih ispitanika uključenih u istraživanje

<b>PARAMETAR</b>		<b>POSTOTAK (%)</b>
<b>SPOL</b>	muški	3,6
	ženski	96,4
<b>MJESTO STANOVANJA</b>	urbana sredina	96,4
	ruralna sredina	3,6
<b>STRUČNA SPREMA</b>	niža	10,7
	srednja	78,6
	visoka	10,7
<b>RADNI STATUS</b>	zaposlen/a	85,7
	mirovina	14,3

Izvor: Sistematizacija autora

Čak 96,4 % svih ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju činile su žene, a samo 3,6 % muškarci. Gotovo su svi ispitanici (96,4 %) naveli urbanu sredinu kao mjesto stanovanja. Većina ispitanika imala je srednju stručnu spremu (78,6 %), a manji dio visoku stručnu spremu (10,7 %), kao i nižu stručnu spremu (10,7 %). Najveći dio ispitanika činile su zaposlene osobe (85,7 %), dok je u mirovini bilo 14,3 % ispitanika, a nitko od ispitanika nije bio nezaposlen (Tablica 1).



## Intenzitet boli

Nakon evaluacije intenziteta boli šake i prstiju numeričkom ocjenskom ljestvicom od 0 (nema boli) do 10 (najjača moguća bol), ispitanici su svrstani u tri kategorije: bez boli / blaga bol (ocjene 0 - 3), umjerena bol (ocjene 4 - 6) i jaka bol (ocjene 7 - 10). Za ispitivanje razlike u raspodjeli ispitanika prema navedenim kategorijama proveden je hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test.

Tablica 2. Usporedba intenziteta boli prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>INTENZITET BOLI</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	1	6	7
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	11	15	26
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	13	4	17
UKUPNO	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	3,5	3,5	7
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	13	13	26
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	8,5	8,5	17
UKUPNO	25	25	50
stupnjevi slobode (df)		2	
dobivena $\chi^2$ vrijednost		8,95	
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)		5,99	
dobivena p vrijednost		0,011	
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Rezultati hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) testa, provedenog kako bi se ispitala razlika u intenzitetu boli između skupine tretirane klasičnom elektrostimulacijom (ES) i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM) prije provedenog terapijskog ciklusa, upućuju na statistički značajnu razliku između analiziranih skupina ( $p = 0,011$ ) te ukazuju da su ispitanici iz ES skupine, prije provedenog terapijskog ciklusa, imali veći intenzitet boli u odnosu na ispitanike iz VIM skupine (Tablica 2).

Tablica 3. Usporedba intenziteta boli prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom

<b>INTENZITET BOLI</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>UKUPNO</b>
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	1	9	10
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	11	11	22
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	13	5	18
<b>UKUPNO</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>UKUPNO</b>
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	5	5	10
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	11	11	22
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	9	9	18
<b>UKUPNO</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
stupnjevi slobode (df)		2	
dobivena $\chi^2$ vrijednost		9,97	
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)		5,99	
dobivena p vrijednost		0,007	
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Tablica 4. Usporedba intenziteta boli prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>INTENZITET BOLI</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>UKUPNO</b>
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	6	17	23
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	15	6	21
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	4	2	6
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>UKUPNO</b>
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	11,5	11,5	23
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	10,5	10,5	21
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	3	3	6
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
stupnjevi slobode (df)		2	
dobivena $\chi^2$ vrijednost		9,78	
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)		5,99	
dobivena p vrijednost		0,008	
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test proveden je i za usporedbu kategorija ispitanika prema intenzitetu boli prije i poslije završenog terapijskog ciklusa u ES skupini (Tablica 3), kao i VIM skupini (Tablica 4). Rezultati testova upućuju da je i u ES skupini ( $p = 0,007$ ) i u VIM skupini ( $p = 0,008$ ) poslije obavljenog terapijskog ciklusa došlo do statistički značajne razlike u intenzitetu boli u odnosu na početak terapijskog ciklusa, iz čega proizlazi da i jedan i drugi oblik terapije značajno utječe na smanjenje intenziteta boli kod ispitanika.

Tablica 5. Usporedba intenziteta boli nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>INTENZITET BOLI</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	9	17	26
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	11	6	17
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	5	2	7
UKUPNO	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>BEZ BOLI / BLAGA BOL (0 - 3)</b>	13	13	26
<b>UMJERENA BOL (4 - 6)</b>	8,5	8,5	17
<b>JAKA BOL (7 - 10)</b>	3,5	3,5	7
UKUPNO	25	25	50
stupnjevi slobode (df)		2	
dobivena $\chi^2$ vrijednost		5,22	
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)		5,99	
dobivena p vrijednost		0,074	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % (P > 0,05).			

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu kategorija ispitanika prema intenzitetu boli nakon provedenog terapijskog ciklusa između ES skupine i VIM skupine (Tablica 5), također je korišten hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test pri čemu je ustanovljeno da između testiranih skupina ne postoji statistički značajna razlika u intenzitetu boli ( $p = 0,074$ ). S obzirom na to da je prije provedenog terapijskog ciklusa uočena statistički značajna razlika između analiziranih skupina, odnosno da je kao ulazni kriterij skupina tretirana klasičnom elektrostimulacijom (ES) imala veći intenzitet boli od skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM) te da su obje vrste terapije pokazale statistički značajnu učinkovitost u smanjenju intenziteta boli, a poslije obavljenog terapijskog ciklusa nije bilo statistički značajne razlike u intenzitetu boli između testiranih skupina, proizlazi da su obje metode značajno učinkovite u vidu smanjenja boli, ali da se klasična elektrostimulacija može smatrati učinkovitijom.

## Senzorna brzina provodljivosti medijalnog živca

Tablica 6. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>SENZORNA BRZINA PROVODLJIVOSTI MEDIJALNOG ŽIVCA (m/s)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	35,46	36,34
standardna devijacija ( $\sigma$ )	5,6	4,42
varijanca ( $\sigma^2$ )	31,34	19,56
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	1,12	0,88
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	48	
dobivena t vrijednost	0,62	
granična t vrijednost (5 %)	2,01	
dobivena p vrijednost	0,54	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za ispitivanje razlike u senzornoj brzini provodljivosti medijalnog živca, prije provedenog terapijskog ciklusa, između skupine tretirane klasičnom elektrostimulacijom (ES) i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM), korišten je t-test za nezavisne uzorke, uz pretpostavku jednakosti varijanci (Tablica 6). Rezultati su pokazali da, prije provedenog terapijskog ciklusa, ne postoji statistički značajna razlika u senzornoj brzini provodljivosti medijalnog živca između ES skupine i VIM skupine ( $p = 0,54$ ).

Tablica 7. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom

<b>SENZORNA BRZINA PROVODLJIVOSTI MEDIJALNOG ŽIVCA (m/s)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	35,46	37,88
standardna devijacija ( $\sigma$ )	5,6	5,84
varijanca ( $\sigma^2$ )	31,34	34,12
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	1,12	1,17
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	24	
dobivena t vrijednost	2,84	
granična t vrijednost (5 %)	2,06	
dobivena p vrijednost	0,009	
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Tablica 8. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije terapijskog ciklusa u skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>SENZORNA BRZINA PROVODLJIVOSTI MEDIJALNOG ŽIVCA (m/s)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	36,34	39,11
standardna devijacija ( $\sigma$ )	4,42	5,85
varijanca ( $\sigma^2$ )	19,56	34,28
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	0,88	1,17
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	24	
dobivena t vrijednost	4,24	
granična t vrijednost (5 %)	2,06	
dobivena p vrijednost	0,0003	
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije završenog terapijskog ciklusa u ES skupini (Tablica 7), kao i VIM skupini (Tablica 8), primijenjen je t-test za zavisne uzorke. Rezultati testova upućuju da je i u ES skupini ( $p = 0,009$ ) i u VIM skupini ( $p = 0,0003$ ) nakon obavljenog terapijskog ciklusa došlo do statistički značajne razlike u senzornoj brzini provodljivosti medijalnog živca u odnosu na početak terapijskog ciklusa, iz čega proizlazi da i jedan i drugi oblik terapije značajno utječe na povećanje senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca kod ispitanika.

Tablica 9. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>SENZORNA BRZINA PROVODLJIVOSTI MEDIJALNOG ŽIVCA (m/s)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	37,88	39,11
standardna devijacija ( $\sigma$ )	5,84	5,85
varijanca ( $\sigma^2$ )	34,12	34,28
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	1,17	1,17
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	48	
dobivena t vrijednost	0,74	
granična t vrijednost (5 %)	2,01	
dobivena p vrijednost	0,463	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca nakon provedenog terapijskog ciklusa, između ES skupine i VIM skupine (Tablica 9), također je korišten t-test za nezavisne uzorke, uz pretpostavku jednakosti varijanci, pri čemu je ustanovljeno da između testiranih skupina ne postoji statistički značajna razlika u senzornoj brzini provodljivosti medijalnog živca ( $p = 0,463$ ). Budući da i prije provedenog terapijskog ciklusa nije uočena statistički značajna razlika između analiziranih skupina po pitanju senzorne brzine provodljivosti

medijalnog živca, odnosno da su ulazni kriteriji bili ujednačeni te da su obje skupine pokazale statistički značajno povećanje senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca, a poslije obavljenog terapijskog ciklusa ponovno nije bilo statistički značajne razlike između testiranih skupina, proizlazi da obje terapijske metode imaju podjednako značajnu učinkovitost u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca.



### Tinelov test (znak)

Za usporedbu rezultata Tinelova testa, ispitanici iz skupine tretirane klasičnom elektrostimulacijom (ES) te skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM) podijeljeni su u dvije kategorije: ispitanici s pozitivnim Tinelovim znakom i ispitanici s negativnim Tinelovim znakom. Za ispitivanje razlike u raspodjeli ispitanika prema navedenim kategorijama proveden je hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test.

Tablica 10. Usporedba rezultata Tinelova testa prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>TINELOV ZNAK</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	17	11	28
<b>NEGATIVAN</b>	8	14	22
UKUPNO	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	14	14	28
<b>NEGATIVAN</b>	11	11	22
UKUPNO	25	25	50
stupnjevi slobode (df)	1		
dobivena $\chi^2$ vrijednost	2,92		
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)	3,84		
dobivena p vrijednost	0,087		
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Rezultati hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) testa, provedenog kako bi se ispitala razlika u prisutnosti Tinelova znaka među ispitanicima iz ES skupine i VIM skupine, prije provedenog terapijskog ciklusa, pokazuju da nema statistički značajne razlike ( $p = 0,087$ ) između analiziranih skupina (Tablica 10).

Tablica 11. Usporedba rezultata Tinelova testa prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom

<b>TINELOV ZNAK</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	17	14	31
<b>NEGATIVAN</b>	8	11	19
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	15,5	15,5	31
<b>NEGATIVAN</b>	9,5	9,5	19
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
stupnjevi slobode (df)	1		
dobivena $\chi^2$ vrijednost	0,76		
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)	3,84		
dobivena p vrijednost	0,382		
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Tablica 12. Usporedba rezultata Tinelova testa prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>TINELOV ZNAK</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	11	7	18
<b>NEGATIVAN</b>	14	18	32
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	9	9	18
<b>NEGATIVAN</b>	16	16	32
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
stupnjevi slobode (df)	1		
dobivena $\chi^2$ vrijednost	1,39		
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)	3,84		
dobivena p vrijednost	0,239		
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test proveden je i za usporedbu kategorija ispitanika prema prisutnosti Tinelova znaka prije i poslije završenog terapijskog ciklusa u ES skupini (Tablica 11), kao i VIM skupini (Tablica 12). Rezultati oba testa upućuju da i u ES skupini ( $p = 0,382$ ) i u VIM skupini ( $p = 0,239$ ), poslije završenog terapijskog ciklusa, nema statistički značajne razlike u prisutnosti Tinelova znaka u odnosu na početak terapijskog ciklusa, iz čega proizlazi da ni jedan ni drugi oblik terapije značajno ne utječu na smanjenje ili povećanje prisutnosti Tinelova znaka kod ispitanika.

Tablica 13. Usporedba rezultata Tinelova testa nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>TINELOV ZNAK</b>			
$\chi^2$ TEST			
Opažene frekvencije			
	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	14	7	21
<b>NEGATIVAN</b>	11	18	29
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
Očekivane frekvencije			
	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	UKUPNO
<b>POZITIVAN</b>	10,5	10,5	21
<b>NEGATIVAN</b>	14,5	14,5	29
<b>UKUPNO</b>	25	25	50
stupnjevi slobode (df)	1		
dobivena $\chi^2$ vrijednost	4,02		
granična $\chi^2$ vrijednost (5 %)	3,84		
dobivena p vrijednost	0,045		
Razlika je statistički značajna. Rizik je manji od 5 % ( $P < 0,05$ ).			

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu prisutnosti Tinelova znaka između ES skupine i VIM skupine nakon provedenog terapijskog ciklusa (Tablica 13) također je korišten hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test pri čemu je ustanovljeno da između testiranih skupina postoji statistički značajna razlika ( $p = 0,045$ ), što zbog ujednačenih ulaznih kriterija prije provedenih terapijskih ciklusa sugerira veći utjecaj visokoenergetske induktivne magnetoterapije na smanjenje prisutnosti Tinelova znaka kod ispitanika u odnosu na klasičnu elektrostimulaciju.

## Jakost stiska šake

Tablica 14. Usporedba jakosti stiska šake prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>JAKOST STISKA ŠAKE (bar)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	0,59	0,65
standardna devijacija ( $\sigma$ )	0,22	0,2
varijanca ( $\sigma^2$ )	0,05	0,04
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	0,04	0,04
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	48	
dobivena t vrijednost	1,01	
granična t vrijednost (5 %)	2,01	
dobivena p vrijednost	0,318	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za ispitivanje razlike u jakosti stiska šake između skupine tretirane klasičnom elektrostimulacijom (ES) i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM), prije provedenog terapijskog ciklusa, primijenjen je t-test za nezavisne uzorke, uz pretpostavku jednakosti varijanci (Tablica 14). Rezultati t-testa pokazali su da, prije provedenog terapijskog ciklusa, nema statistički značajne razlike u jakosti stiska šake između ES skupine i VIM skupine ( $p = 0,318$ ).

Tablica 15. Usporedba jakosti stiska šake prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom

<b>JAKOST STISKA ŠAKE (bar)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	0,59	0,53
standardna devijacija ( $\sigma$ )	0,22	0,28
varijanca ( $\sigma^2$ )	0,05	0,08
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	0,04	0,06
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	24	
dobivena t vrijednost	1,81	
granična t vrijednost (5 %)	2,06	
dobivena p vrijednost	0,083	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Tablica 16. Usporedba jakosti stiska šake prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>JAKOST STISKA ŠAKE (bar)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>PRIJE VIM TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	0,65	0,6
standardna devijacija ( $\sigma$ )	0,2	0,23
varijanca ( $\sigma^2$ )	0,04	0,05
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	0,04	0,05
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	24	
dobivena t vrijednost	1,28	
granična t vrijednost (5 %)	2,06	
dobivena p vrijednost	0,212	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu jakosti stiska šake prije i poslije završenog terapijskog ciklusa u ES skupini (Tablica 15), kao i u VIM skupini (Tablica 16), korišten je t-test za zavisne uzorke. Rezultati testova pokazuju da ni u ES skupini ( $p = 0,083$ ), kao ni u VIM skupini ( $p = 0,212$ ), poslije obavljenog terapijskog ciklusa nije došlo do statistički značajne razlike u jakosti stiska šake u odnosu na početak terapijskog ciklusa, iz čega proizlazi da ni jedan ni drugi oblik terapije značajno ne utječu na smanjenje ili povećanje jakosti stiska šake kod ispitanika.

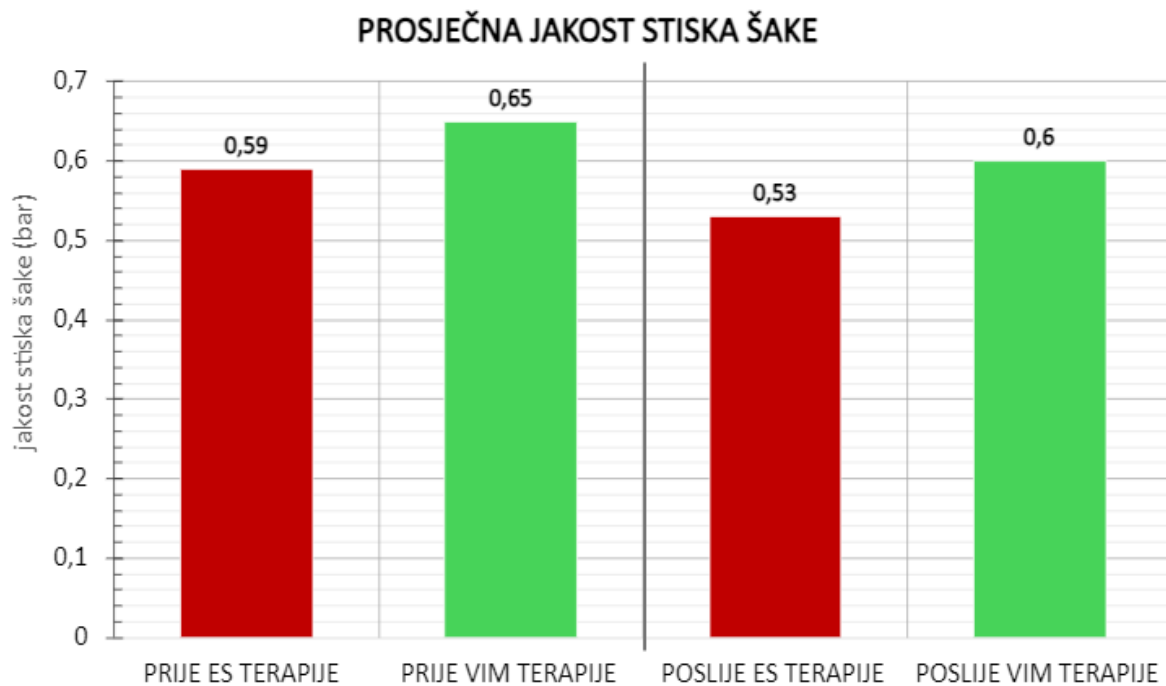
Tablica 17. Usporedba jakosti stiska šake nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom

<b>JAKOST STISKA ŠAKE (bar)</b>		
<b>T-TEST</b>	<b>POSLIJE ES TERAPIJE</b>	<b>POSLIJE VIM TERAPIJE</b>
aritmetička sredina (M)	0,53	0,6
standardna devijacija ( $\sigma$ )	0,28	0,23
varijanca ( $\sigma^2$ )	0,08	0,05
standardna pogreška aritmetičke sredine (SEM)	0,06	0,05
broj ispitanika (n)	25	25
stupnjevi slobode (df)	48	
dobivena t vrijednost	1,09	
granična t vrijednost (5 %)	2,01	
dobivena p vrijednost	0,28	
Razlika nije statistički značajna. Rizik je veći od 5 % ( $P > 0,05$ ).		

Izvor: Sistematizacija autora

Za usporedbu jakosti stiska šake između ES i VIM skupine, nakon provedenog terapijskog ciklusa (Tablica 17), korišten t-test za nezavisne uzorke, uz pretpostavku jednakosti varijanci, pri čemu je ustanovljeno da između testiranih skupina ne postoji statistički značajna razlika u jakosti stiska šake ( $p = 0,28$ ).

Dijagram 2. Prosječna jakost stiska šake (bar) u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom i skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom, prije i poslije završenog terapijskog ciklusa



Izvor: Sistematizacija autora

S obzirom na to da prije provedenog terapijskog ciklusa nije uočena statistički značajna razlika između analiziranih skupina po pitanju jakosti stiska šake te da ni jedna ni druga testirana skupina nije pokazala statistički značajnu razliku između početka i završetka terapijskih ciklusa, a poslije obavljenih terapijskih ciklusa ponovno nije bilo statistički značajne razlike između testiranih skupina, proizlazi da ni jedna ni druga terapijska metoda nemaju statistički značajnu učinkovitost u vidu povećanja ili smanjenja jakosti stiska šake, ali je indikativno da je prosječna jakost stiska šake bila manja nakon završenih terapijskih ciklusa i kod ES skupine (prije 0,59 bara; poslije 0,53 bara) i kod VIM skupine (prije 0,65 bara; poslije 0,6 bara) (Dijagram 2).



## 7. RASPRAVA

Sindrom karpalnog kanala najčešća je kompresivna neuropatija gornjih ekstremiteta koja se pojavljuje kod otprilike 3 % cjelokupne odrasle populacije, ponajviše između 40. i 60. godine života (Wiperman i Goerl, 2016). Pojavljuje se tri puta češće kod žena nego muškaraca, a prevalencija i težina simptoma povećavaju se s povećanjem životne dobi. Zbog sve veće prisutnosti u populaciji te zbog samog mehanizma nastanka oštećenja, često usko povezanog uz profesionalne aktivnosti, svrstava se i u bolesti modernog čovjeka te predstavlja jedan od najučestalijih razloga radne nesposobnosti (Kozak i sur., 2015).

U ovom istraživanju, u kojem je sudjelovalo 28 ispitanika, odnosno 22 ispitanika s bilateralno dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala i šest ispitanika s jednostranim sindromom karpalnog kanala, ukupno je testirano 50 karpalnih kanala podijeljenih u dvije jednakobrojne skupine. Ispitanici s dijagnozom bilateralnog sindroma karpalnog kanala, a kojih je u istraživanju bilo većina, smješteni su u obje skupine, tako da im je slučajnim odabirom ordinirajućeg liječnika specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije jedna ruka dodijeljena skupini tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom (ES), a druga ruka skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM), što je doprinijelo homogenosti ukupnog uzorka.

Prosječna dob ispitanika u skupini tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom (ES) iznosila je 56,2 godine, uz standardnu devijaciju 7,58 godina, dok je prosječna dob ispitanika u skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM) bila 57,1 godinu, sa standardnom devijacijom 8,25 godina. U obje skupine medijan je iznosio 56 godina. Čak 96,4 % svih ispitanika u istraživanju činile su žene, a samo 3,6 % muškarci. Najveći dio ispitanika činile su zaposlene osobe (85,7 %), dok je u mirovini bilo 14,3 % ispitanika, a nitko od ispitanika nije bio nezaposlen. Navedeni demografski podatci ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju nalaze se u okvirima navedenih demografskih parametara iz literature, karakterističnih za sindrom karpalnog kanala na razini cjelokupne populacije.

S obzirom na to da se u dostupnoj literaturi, prema najboljem saznanju, ne nalaze istraživanja na temu usporedbe terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala, glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u učinkovitosti navedenih terapijskih metoda, na temelju čega su postavljene hipoteze.

Prva postavljena hipoteza glasila je da je visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu smanjenja boli. Prije provedenog terapijskog ciklusa uočena je statistički značajna razlika između analiziranih skupina ( $p = 0,011$ ), odnosno da je skupina tretirana klasičnom elektrostimulacijom (ES), kao ulazni kriterij, imala veći intenzitet boli od skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom (VIM). Nadalje, uspoređujući intenzitet boli prije i poslije završenog terapijskog ciklusa unutar pojedine skupine, obje terapijske metode pokazale su statistički značajnu učinkovitost u smanjenju intenziteta boli (ES skupina  $p = 0,007$ ; VIM skupina  $p = 0,008$ ), a poslije obavljenog terapijskog ciklusa nije bilo statistički značajne razlike u intenzitetu boli između testiranih skupina ( $p = 0,074$ ), iz čega proizlazi da su obje metode značajno učinkovite u vidu smanjenja boli, ali da se klasična elektrostimulacija, zbog statistički značajno većeg intenziteta boli kao ulaznog kriterija, može smatrati učinkovitijom od visokoenergetske induktivne magnetoterapije. Stoga, prva hipoteza nije potvrđena.

Druga hipoteza glasila je da je visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti impulsa kroz živac. S obzirom na to da uspoređujući analizirane skupine prije provedenog terapijskog ciklusa, među njima nije uočena statistički značajna razlika po pitanju senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca ( $p = 0,54$ ), odnosno da su ulazni kriteriji bili ujednačeni te da su obje skupine pokazale statistički značajno povećanje senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca nakon završenog terapijskog ciklusa u odnosu na stanje prije terapija (ES skupina  $p = 0,009$ ; VIM skupina  $p = 0,0003$ ), a onda ponovno nije bilo statistički značajne razlike međusobno uspoređujući skupine ( $p = 0,463$ ), proizlazi da između ES skupine i VIM skupine nema statistički značajne razlike po pitanju povećanja senzorne brzine provodljivosti impulsa medijalnim živcem, nego da su obje vrste terapije podjednako učinkovite. Sukladno tome, nije potvrđena ni druga hipoteza.

Uz intenzitet boli u području šake i prstiju te senzornu brzinu provodljivosti medijalnog živca u području zapešća kao dva glavna parametra koja su promatrana i evaluirana u sklopu istraživanja razlike u učinkovitosti ES i VIM metode kod osoba sa sindromom karpalnog kanala, kao relevantni dodatni parametri, praćeni su i testirani prisutnost Tinelova znaka te jakost stiska šake.

Unatoč tome što prije provedenog terapijskog ciklusa nije bilo statistički značajne razlike između analiziranih ES i VIM skupina po pitanju prisutnosti Tinelova znaka ( $p = 0,087$ ), a rezultati testiranja razlike u prisutnosti Tinelova znaka prije i poslije završenog terapijskog ciklusa unutar skupina također nisu pokazali statistički značajnu razliku (ES skupina  $p = 0,382$ ; VIM skupina  $p = 0,239$ ), između testiranih skupina nakon završenog terapijskih ciklusa uočena je statistički značajna razlika ( $p = 0,045$ ), što zbog ujednačenih ulaznih kriterija sugerira veći utjecaj visokoenergetske induktivne magnetoterapije na smanjenje prisutnosti Tinelova znaka kod ispitanika u odnosu na klasičnu elektrostimulaciju. S obzirom na mali broj ispitanika u istraživanju, kao i odsutnost statistički značajne razlike unutar skupina uspoređujući stanje prije i poslije terapijskih ciklusa te gotovo graničnu razinu statističke značajnosti između skupina nakon obavljenog terapijskog ciklusa, testiranje prisutnosti Tinelova znaka bilo bi uputno ponoviti na većem broju ispitanika.

Između analiziranih skupina, prije provedenog terapijskog ciklusa, nije uočena statistički značajna razlika po pitanju jakosti stiska šake ( $p = 0,318$ ), a ni jedna ni druga testirana skupina nije pokazala statistički značajnu razliku između početka i završetka terapijskog ciklusa (ES skupina  $p = 0,083$ ; VIM skupina  $p = 0,212$ ). Također, nakon završenog terapijskog ciklusa ponovno nije bilo statistički značajne razlike između testiranih skupina ( $p = 0,28$ ) pa proizlazi da ni jedna ni druga terapijska metoda nema statistički značajnu učinkovitost u vidu povećanja ili smanjenja jakosti stiska šake, ali je znakovito da je prosječna jakost stiska šake bila manja nakon završenih terapijskih ciklusa i kod ES skupine (prije 0,59 bara; poslije 0,53 bara) i kod VIM skupine (prije 0,65 bara; poslije 0,6 bara), u odnosu na stanje prije početka terapija.

Glavno ograničenje provedenog istraživanja svakako je mali broj ispitanika koji su u njemu sudjelovali. Također, uzevši u obzir da je nastanak i pogoršanje simptoma sindroma karpalnog kanala najčešće usko povezano uz profesionalne aktivnosti, važno je napomenuti da nije bilo moguće osigurati kontrolirane uvjete za sve ispitanike kako bi bili pošteđeni obavljanja profesionalnih aktivnosti za vrijeme trajanja terapijskog ciklusa, odnosno u razdoblju od početne do završne evaluacije, što je u konačnici zasigurno utjecalo na terapijsku učinkovitost u obje analizirane skupine.

## 8. ZAKLJUČAK

Cilj je ovoga rada utvrditi postoji li razlika između terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji osoba s dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala.

Vežano za postavljena istraživačka pitanja, a na temelju podataka prikupljenih istraživanjem te dobivenih rezultata, može se zaključiti da su u vidu smanjenja boli šake i prstiju obje terapijske metode značajno učinkovite, ali da se klasična elektrostimulacija može smatrati učinkovitijom od visokoenergetske induktivne magnetoterapije, dok su po pitanju povećanja senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca obje terapijske metode pokazale podjednako značajnu terapijsku učinkovitost, odnosno može se utvrditi da među njima nema razlike u terapijskoj učinkovitosti.

Slijedom navedenog, nije potvrđena prva postavljena hipoteza da je visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu smanjenja boli. Također, nije potvrđena ni druga hipoteza, koja je glasila da je visokoenergetska induktivna magnetoterapija učinkovitija od klasične elektrostimulacije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala u vidu povećanja senzorne brzine provodljivosti impulsa kroz živac.

Nadalje, od ostalih promatranih i analiziranih parametara, u vidu smanjenja prisutnosti Tinelova znaka kod ispitanika, uočeno je da je visokoenergetska induktivna magnetoterapija u blagoj prednosti u odnosu na klasičnu elektrostimulaciju, a utvrđeno je da ni jedna ni druga terapijska metoda nemaju značajan učinak na jakost stiska šake unatoč tome što je kod obje testirane skupine došlo do indikativnog smanjenja prosječne jakosti stiska šake nakon obavljenog terapijskog ciklusa.

Sve navedeno ukazuje da nema značajne razlike u terapijskoj učinkovitosti između klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji osoba sa sindromom karpalnog kanala, ali ističe se da su obje metode pokazale terapijsku učinkovitost po svim parametrima, osim jakosti stiska šake, što je od velike važnosti za unaprjeđenje kvalitete života i povratak zadovoljavajućeg funkcionalnog statusa pacijenata s navedenom problematikom.

S obzirom na to da u dostupnoj literaturi nisu pronađena provedena istraživanja na temu usporedbe navedenih terapijskih metoda, kao i postojanje izuzetno malog broja istraživanja generalno provedenih s visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom kao terapijskom metodom novije generacije, može se ustvrditi potreba za daljnjim istraživanjima u ovom području. Svakako bi trebalo provesti istraživanje na većem broju ispitanika, u kontroliranim uvjetima koji bi isključivali obavljanje profesionalnih aktivnosti tijekom terapijskog ciklusa za sve ispitanike, uz ponovnu evaluaciju stanja i nakon određenog razdoblja povratka obavljanju profesionalnih aktivnosti kako bi se ustanovila trajnost terapijskog učinka.

## POPIS LITERATURE

### Knjige:

1. Ćurković, B. i sur. (2004). *Fizikalna i rehabilitacijska medicina – udžbenik za studente*, Zagreb: Medicinska naklada.
2. Pećina, M., Franić, M. i sur. (2021). *Kompendij ortopedije*, Zagreb: Zdravstveno veleučilište.
3. Zimmer MedizinSysteme GmbH. (2019). *High Energy Inductive Therapy – Treatment Manual*, Neu-Ulm: Zimmer MedizinSysteme GmbH.

### Stručni i znanstveni članci:

1. Ahn D. S. (2001). Hand elevation: a new test for carpal tunnel syndrome. *Annals of plastic surgery*, 46(2), 120–124.
2. Akalin, E., El, O., Peker, O., Senocak, O., Tamci, S., Gülbahar, S., Cakmur, R., Oncel, S. (2002). Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(2), 108–113.
3. Banta C. A. (1994). A prospective, nonrandomized study of iontophoresis, wrist splinting, and antiinflammatory medication in the treatment of early-mild carpal tunnel syndrome. *Journal of occupational medicine. : official publication of the Industrial Medical Association*, 36(2), 166–168.
4. Baričić, M., Šantić, V., Legović, D., Jotanović, Z., Matejčić, N., Miletić Barković, M. (2019). Sindrom karpalnog tunela. *Medicina Fluminensis : Medicina Fluminensis*, 55. (1), 4-15.
5. Buchan, S., Amirfeyz, R. (2013). Cochrane corner: ergonomic positioning or equipment for treating carpal tunnel syndrome. *The Journal of hand surgery, European volume*, 38(5), 580–581.
6. Buchberger W. (1997). Radiologic imaging of the carpal tunnel. *European journal of radiology*, 25(2), 112–117.

7. Burke, D. T., Burke, M. M., Stewart, G. W., Cambré, A. (1994). Splinting for carpal tunnel syndrome: in search of the optimal angle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(11), 1241–1244.
8. Carlson, H., Colbert, A., Frydl, J., Arnall, E., Elliot, M., Carlson, N. (2010). Current options for nonsurgical management of carpal tunnel syndrome. *International journal of clinical rheumatology*, 5(1), 129–142.
9. Chammas, M., Boretto, J., Burmann, L. M., Ramos, R. M., Dos Santos Neto, F. C., Silva, J. B. (2014). Carpal tunnel syndrome - Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis). *Revista brasileira de ortopedia*, 49(5), 429–436.
10. Chang, M. H., Chiang, H. T., Lee, S. S., Ger, L. P., Lo, Y. K. (1998). Oral drug of choice in carpal tunnel syndrome. *Neurology*, 51(2), 390–393.
11. Chang, M. H., Ger, L. P., Hsieh, P. F., Huang, S. Y. (2002). A randomised clinical trial of oral steroids in the treatment of carpal tunnel syndrome: a long term follow up. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 73(6), 710–714.
12. Durkan J. A. (1991). A new diagnostic test for carpal tunnel syndrome. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 73(4), 535–538.
13. Ebenbichler, G. R., Resch, K. L., Nicolakis, P., Wiesinger, G. F., Uhl, F., Ghanem, A. H., Fialka, V. (1998). Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, 316(7133), 731–735.
14. Ejiri, S., Kikuchi, S., Maruya, M., Sekiguchi, Y., Kawakami, R., Konno, S. (2012). Short-term results of endoscopic (Okutsu method) versus palmar incision open carpal tunnel release: a prospective randomized controlled trial. *Fukushima journal of medical science*, 58(1), 49–59.
15. El Miedany, Y. M., Aty, S. A., Ashour, S. (2004). Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests?. *Rheumatology (Oxford, England)*, 43(7), 887–895.
16. Genova, A., Dix, O., Saefan, A., Thakur, M., Hassan, A. (2020). Carpal Tunnel Syndrome: A Review of Literature. *Cureus*, 12(3), e7333.

17. Gerritsen, A. A., Scholten, R. J., Assendelft, W. J., Kuiper, H., de Vet, H. C., Bouter, L. M. (2001). Splinting or surgery for carpal tunnel syndrome? Design of a randomized controlled trial [ISRCTN18853827]. *BMC neurology*, 1, 8.
18. Ghasemi-Rad, M., Nosair, E., Vegh, A., Mohammadi, A., Akkad, A., Lesha, E., Mohammadi, M. H., Sayed, D., Davarian, A., Maleki-Miyandoab, T., Hasan, A. (2014). A handy review of carpal tunnel syndrome: From anatomy to diagnosis and treatment. *World journal of radiology*, 6(6), 284–300.
19. Havton, L. A., Hotson, J. R., Kellerth, J. O. (2007). Correlation of median forearm conduction velocity with carpal tunnel syndrome severity. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 118(4), 781–785.
20. Horng, Y. S., Hsieh, S. F., Lin, M. C., Chang, Y. W., Lee, K. C., Liang, H. W. (2014). Ultrasonographic median nerve changes under tendon gliding exercise in patients with carpal tunnel syndrome and healthy controls. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 27(4), 317–324.
21. Iskra, T., Mizia, E., Musial, A., Matuszyk, A., Tomaszewski, K. A. (2013). Carpal tunnel syndrome - anatomical and clinical correlations. *Folia medica Cracoviensia*, 53(2), 5–13.
22. Jiménez-Del-Barrio, S., Cadellans-Arróniz, A., Ceballos-Laita, L., Estébanez-de-Miguel, E., López-de-Celis, C., Bueno-Gracia, E., Pérez-Bellmunt, A. (2022). The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *International orthopaedics*, 46(2), 301–312.
23. Joshi, A., Patel, K., Mohamed, A., Oak, S., Zhang, M. H., Hsiung, H., Zhang, A., Patel, U. K. (2022). Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment. *Cureus*, 14(7), e27053.
24. Juckett, L., Saffari, T. M., Ormseth, B., Senger, J. L., Moore, A. M. (2022). The Effect of Electrical Stimulation on Nerve Regeneration Following Peripheral Nerve Injury. *Biomolecules*, 12(12), 1856.
25. Karadaş, O., Omaç, O. K., Tok, F., Özgül, A., Odabaşı, Z. (2012). Effects of steroid with repetitive procaine HCl injection in the management of carpal tunnel syndrome: an ultrasonographic study. *Journal of the neurological sciences*, 316(1-2), 76–78.



26. Kozak, A., Schedlbauer, G., Wirth, T., Euler, U., Westermann, C., Nienhaus, A. (2015). 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 musculoskeletal disorders*, 16, 231.
27. Kummerdee, W., Kaewtong, A. (2010). Efficacy of acupuncture versus night splinting for carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*, 93(12), 1463–1469.
28. LeBlanc, K. E., Cestia, W. (2011). Carpal tunnel syndrome. *American family physician*, 83(8), 952–958.
29. Leite, J. C., Jerosch-Herold, C., Song, F. (2006). A systematic review of the psychometric properties of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *BMC musculoskeletal disorders*, 7, 78.
30. Luchetti, R., Schoenhuber, R., De Cicco, G., Alfarano, M., Deluca, S., Landi, A. (1989). Carpal-tunnel pressure. *Acta orthopaedica Scandinavica*, 60(4), 397–399.
31. MacDermid, J. C., Wessel, J. (2004). Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 17(2), 309–319.
32. Maeda, Y., Kettner, N., Lee, J., Kim, J., Cina, S., Malatesta, C., Gerber, J., McManus, C., Im, J., Libby, A., Mezzacappa, P., Morse, L. R., Park, K., Audette, J., Napadow, V. (2013). Acupuncture-evoked response in somatosensory and prefrontal cortices predicts immediate pain reduction in carpal tunnel syndrome. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2013, 795906.
33. Martins, R. S., Siqueira, M. G. (2017). Conservative therapeutic management of carpal tunnel syndrome. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 75(11), 819–824.
34. Mintalucci, D. J., Leinberry, C. F., Jr (2012). Open versus endoscopic carpal tunnel release. *The Orthopedic clinics of North America*, 43(4), 431–437.
35. Nalamachu, S., Nalamasu, R., Jenkins, J., Marriott, T. (2014). An open-label pilot study evaluating the effectiveness of the heated lidocaine/tetracaine patch for the treatment of pain associated with carpal tunnel syndrome. *Pain practice : the official journal of World Institute of Pain*, 14(7), 607–612.

36. Ono, S., Clapham, P. J., Chung, K. C. (2010). Optimal management of carpal tunnel syndrome. *International journal of general medicine*, 3, 255–261.
37. Palumbo, C. F., Szabo, R. M. (2002). Examination of patients for carpal tunnel syndrome sensibility, provocative, and motor testing. *Hand clinics*, 18(2), 269–vi.
38. Piravej, K., Boonhong, J. (2004). Effect of ultrasound thermotherapy in mild to moderate carpal tunnel syndrome. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*, 87 Suppl 2, S100–S106.
39. Povlsen, B., Bashir, M., Wong, F. (2014). Long-term result and patient reported outcome of wrist splint treatment for carpal tunnel syndrome. *Journal of plastic surgery and hand surgery*, 48(3), 175–178.
40. Presazzi, A., Bortolotto, C., Zacchino, M., Madonia, L., Draghi, F. (2011). Carpal tunnel: Normal anatomy, anatomical variants and ultrasound technique. *Journal of ultrasound*, 14(1), 40–46.
41. Schmitt, R., Lucas, D., Buhmann, S., Lanz, U., Schindler, G. (1988). Computertomographische Befunde beim Karpaltunnelsyndrom [Computed tomographic findings in carpal tunnel syndrome]. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 149(3), 280–285.
42. Shem, K., Wong, J., Dirlikov, B. (2020). Effective self-stretching of carpal ligament for the treatment of carpal tunnel syndrome: A double-blinded randomized controlled study. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(3), 272–280.
43. Shi, Q., MacDermid, J. C. (2011). Is surgical intervention more effective than non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome? A systematic review. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 6, 17.
44. Walker, W. C., Metzler, M., Cifu, D. X., Swartz, Z. (2000). Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(4), 424–429.
45. Werner, R. A., Andary, M. (2002). Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(9), 1373–1381.

46. Wipperman, J., Goerl, K. (2016). Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis and Management. *American family physician*, 94(12), 993–999.
47. Wong, S. M., Hui, A. C., Tang, A., Ho, P. C., Hung, L. K., Wong, K. S., Kay, R., Li, E. (2001). Local vs systemic corticosteroids in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Neurology*, 56(11), 1565–1567.
48. Wu, Y. T., Ke, M. J., Chou, Y. C., Chang, C. Y., Lin, C. Y., Li, T. Y., Shih, F. M., Chen, L. C. (2016). Effect of radial shock wave therapy for carpal tunnel syndrome: A prospective randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 34(6), 977–984.
49. Yang, C. P., Hsieh, C. L., Wang, N. H., Li, T. C., Hwang, K. L., Yu, S. C., Chang, M. H. (2009). Acupuncture in patients with carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *The Clinical journal of pain*, 25(4), 327–333.
50. Zaralieva, A., Georgiev, G. P., Karabinov, V., Iliev, A., Aleksiev, A. (2020). Physical Therapy and Rehabilitation Approaches in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Cureus*, 12(3), e7171.

## POPIS SLIKA, TABLICA I DIJAGRAMA

### Slike:

Slika 1. Inervacija medijalnog živca u području dlana i prstiju.....	8
Slika 2. Tinelov test (znak) .....	10
Slika 3. Phalenov test.....	11
Slika 4. Wormserov test.....	11
Slika 5. Durkanov kompresijski test .....	12
Slika 6. Test elevacije ruke .....	12
Slika 7. Flick test (znak) .....	13
Slika 8. Elektrostimulacija medijalnog živca na uređaju Zimmer PhySys SD.....	23
Slika 9. Visokoenergetska induktivna magnetoterapija medijalnog živca na uređaju Zimmer emField Pro.....	24

### Tablice:

Tablica 1. Demografski podaci svih ispitanika uključenih u istraživanje .....	27
Tablica 2. Usporedba intenziteta boli prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom .....	28
Tablica 3. Usporedba intenziteta boli prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom.....	29
Tablica 4. Usporedba intenziteta boli prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom.....	30
Tablica 5. Usporedba intenziteta boli nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom.....	31
Tablica 6. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom .....	32
Tablica 7. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom .....	33

Tablica 8. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca prije i poslije terapijskog ciklusa u skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	33
Tablica 9. Usporedba senzorne brzine provodljivosti medijalnog živca nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	34
Tablica 10. Usporedba rezultata Tinelova testa prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	36
Tablica 11. Usporedba rezultata Tinelova testa prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom	37
Tablica 12. Usporedba rezultata Tinelova testa prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	38
Tablica 13. Usporedba rezultata Tinelova testa nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	39
Tablica 14. Usporedba jakosti stiska šake prije provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	40
Tablica 15. Usporedba jakosti stiska šake prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom	41
Tablica 16. Usporedba jakosti stiska šake prije i poslije provedenog terapijskog ciklusa u skupini ispitanika tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	41
Tablica 17. Usporedba jakosti stiska šake nakon provedenog terapijskog ciklusa između skupine ispitanika tretirane klasičnom elektrostimulacijom i skupine tretirane visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom	42

### **Dijagrami:**

Dijagram 1. Dob ispitanika po skupinama	26
Dijagram 2. Prosječna jakost stiska šake (bar) u skupini ispitanika tretiranoj klasičnom elektrostimulacijom i skupini tretiranoj visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom, prije i poslije završenog terapijskog ciklusa	43

## PRILOZI

### Prilog 1. Informirani pristanak osobe za sudjelovanje u istraživanju

#### **INFORMIRANI PRISTANAK ZA SUDJELOVANJE U ISTRAŽIVANJU**

Molimo Vaš pristanak za sudjelovanje u istraživačkoj studiji. Ono je u potpunosti dobrovoljno i možete se povući iz studije u bilo kojem trenutku bez ikakvih posljedica.

#### NAZIV ISTRAŽIVANJA:

**Usporedba terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala**

#### VODITELJ ISTRAŽIVANJA:

**Josip Vraneš**, bacc. physioth.

#### ŠTO ĆE TOČNO ISPITANIK RADITI I NA KOJI ĆE NAČIN BITI ANGAŽIRAN?

Ispitanici s dijagnosticiranim sindromom karpalnog kanala drugog i trećeg stupnja, na temelju kliničkog pregleda liječnika specijalista fizikalne i rehabilitacijske medicine te elektroneurografskog (ENG) pregleda, slučajnim odabirom bit će podijeljeni u dvije jednakobrojne skupine. Jedna skupina bit će podvrgnuta klasičnoj elektrostimulaciji, dok će druga skupina biti podvrgnuta visokoenergetskoj induktivnoj magnetoterapiji oštećenog medijalnog živca. Ispitanici iz obje skupine u sklopu fizioterapijskog tretmana primit će i terapiju laserom te će biti educirani za izvođenje terapijskih vježbi za sindrom karpalnog kanala. Svaki ispitanik provest će ukupno 15 terapijskih tretmana (pet puta tjedno, tijekom tri tjedna), nakon čega će se rezultati evaluirati s pomoću numeričke ocjenske ljestvice boli te ENG pregleda.

#### KORISTI ZA ISPITANIKE:

Ispitanici sa sindromom karpalnog kanala, kod kojih se primijeni terapija klasičnom elektrostimulacijom i visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom oštećenog medijalnog živca imat će smanjenje većine tegoba vezanih uz smanjenje motoričke snage i osjeta u šaci, što će doprinijeti lakšem izvođenju aktivnosti svakodnevnog života, povratku radne sposobnosti te sveukupnom poboljšanju kvalitete života.

#### PROCIJENJENI RIZICI ZA ISPITANIKE (AKO POSTOJE):

Ispitanici tijekom terapije klasičnom elektrostimulacijom i visokoenergetskom induktivnom magnetoterapijom oštećenog medijalnog živca mogu imati prolazno pojačanje simptoma u vidu pojave boli te osjećaja trnjenja i žarenja u šaci.

TAJNOST PODATAKA I ZA ŠTO ĆE PODATCI BITI KORIŠTENI:

Pristup podacima imat će voditelj i suradnici na istraživanju te članovi Etičkog Povjerenstva Poliklinike za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop. Podatci će se koristiti u znanstvene svrhe. Svaki ispitanik bit će šifriran te će pri objavi rezultata biti zaštićen identitet svakog ispitanika.

IZVOR FINANCIRANJA (MZOS, FAKULTET, OSOBNO ILI SL.):

Istraživanje će financirati voditelj istraživanja sa svojim suradnicima. Ispitanici će terapiju provoditi na temelju uputnice za ambulantnu terapiju (D1).

Ja, niže potpisan/a \_\_\_\_\_ (IME I PREZIME) potpisivanjem ovog obrasca potvrđujem da sam na sebi prihvatljiv i zadovoljavajući način upoznat/a sa sadržajem i potencijalnim koristima i rizicima istraživanja. Na moja pitanja zadovoljavajuće je odgovoreno i sve su nejasnoće razjašnjene. Razumijem da mogu uskratiti ili naknadno povući svoj pristanak u bilo kojem trenutku istraživanja, bez navođenja razloga i bez ikakvih posljedica za zdravstveno ili pravno pitanje. Mogu dobiti uvid u sve informacije prikupljene u svrhu istraživanja i biti izviješten/a o njegovu tijeku. Ponuđena mi je kopija ovog obrasca. Razumijem da mojoj dokumentaciji imaju pristup odgovorni pojedinci (istraživač i suradnici u istraživanju) te članovi Etičkog povjerenstva ustanove u kojoj se istraživanje provodi. Dajem dozvolu tim pojedincima za pristup dokumentaciji i odobravam da se moji podatci objave u sklopu objave rezultata istraživanja u znanstvenoj literaturi.

Svojim potpisom dajem pristanak za sudjelovanje u istraživanju: **‘Usporedba terapijskog učinka klasične elektrostimulacije i visokoenergetske induktivne magnetoterapije medijalnog živca u rehabilitaciji bolesnika sa sindromom karpalnog kanala’**.

**IME I PREZIME ISPITANIKA/ICE:** \_\_\_\_\_

**Potpis ispitanika/ice:**

**Datum:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Potpis voditelja istraživanja:**

\_\_\_\_\_

## TERAPIJSKE VJEŽBE ZA SINDROM KARPALNOG KANALA

### VJEŽBA 1.

Iz početnog položaja (1) s potpuno ispruženim prstima saviti samo male zglobove prstiju kao da formiramo *kuku* (2), a potom u potpunosti stisnuti prste i formirati šaku (3). Zadržati svaku poziciju 2 - 3 sekunde. Vježbu ponoviti 5 - 10 puta, ovisno o kretanju simptoma.



### VJEŽBA 2.

Iz početnog položaja (1) s potpuno ispruženim prstima saviti prste tako da mali zglobovi ostanu ispruženi (2), a potom saviti srednje zglobove prstiju tako da jagodicama dotaknete dlan (3). Zadržati svaku poziciju 2 - 3 sekunde. Vježbu ponoviti 5 - 10 puta, ovisno o kretanju simptoma.



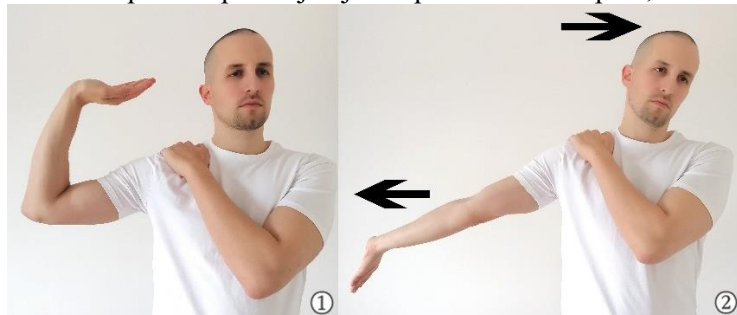
### VJEŽBA 3.

Protresite ruke kao da ste ih tek oprali i pokušavate ih osušiti. Pokušajte trešnju izvesti u periodu 30 - 60 sekundi, ovisno o kretanju simptoma.



### VJEŽBA 4.

S vježbom započinjemo u poziciji 1 i polako prelazimo u poziciju 2, lagano istežući vrat, lakat i ručni zglob kao što je prikazano na slici. Rame ruke koju istežemo mora biti opušteno te ga pridržimo drugom rukom kako se ne bi podizalo prilikom istezanja. Zadržimo položaj 2 nekoliko sekundi te se vratimo u početni položaj. Vježbu ponoviti 5 - 10 puta, ovisno o tome kako se osjećate.





# ŽIVOTOPIS



## *Osobni podaci*

Ime i prezime **Josip Vraneš**  
Adresa Krapinska ulica 8, 10370 Dugo Selo, Hrvatska  
Broj mobilnog telefona +385915971729  
E-mail jvranes@student.libertas.hr  
Državljanstvo hrvatsko  
Datum rođenja 23. 3. 1990.  
Mjesto rođenja Zadar, Hrvatska

## *Radno iskustvo*

Razdoblje 2017. – danas  
Ime i adresa poslodavca Poliklinika za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop, Mihanovićeve ulica 3, Zagreb  
Zanimanje / radno mjesto Stručni prvostupnik fizioterapije

Razdoblje 2017.  
Ime i adresa poslodavca KBC Sestre milosrdnice - Klinika za traumatologiju, Draškovićeve ulica 19, Zagreb  
Zanimanje / radno mjesto Prvostupnik fizioterapije (stručno osposobljavanje za rad)

Razdoblje 2016.  
Ime i adresa poslodavca Poliklinika za reumatske bolesti, fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Dr. Drago Čop, Mihanovićeve ulica 3, Zagreb  
Zanimanje / radno mjesto Prvostupnik fizioterapije (stručno osposobljavanje za rad)

Razdoblje 2015.  
Ime i adresa poslodavca Hrvatska muška seniorska reprezentacija u sjedećoj odbojci  
Zanimanje / radno mjesto Fizioterapeut

Razdoblje 2014. – 2015.  
Ime i adresa poslodavca Ultra Gym, Drinska ulica 8B, Zagreb  
Zanimanje / radno mjesto Fizioterapeut / trener

<b><i>Obrazovanje i osposobljavanje</i></b>	
Razdoblje	2018.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Instruktor fitnesa
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Učilište Magistra, Zagreb (Hrvatska)
Razdoblje	2012. – 2015.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Stručni prvostupnik (baccalaureus) fizioterapije
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Zdravstveno veleučilište, Zagreb (Hrvatska)
Razdoblje	2008. – 2009.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Business administration
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	South Plains College, Levelland (Texas, SAD)
Razdoblje	2005. – 2008.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Opća gimnazija
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	X. gimnazija 'Ivan Supek', Zagreb (Hrvatska)
Razdoblje	2005.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Internacionalna gimnazija (IB program)
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Gimnazija 'Bežigrad', Ljubljana (Slovenija)
Razdoblje	2004. – 2005.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	Sportska gimnazija
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Gimnazija 'Vladimir Nazor', Zadar (Hrvatska)

<b>Počasti i nagrade</b>	
Razdoblje	2015.
Naziv počasti / nagrade	Dekanova nagrada za najuspješnijeg diplomanta preddiplomskog stručnog studija Fizioterapije
Ime i vrsta ustanove koja je dodijelila nagradu	Zdravstveno veleučilište (Zagreb, Hrvatska)
Razdoblje	2009.
Naziv počasti / nagrade	Nagrada Predsjednika koledža za najviši prosjek ocjena
Ime i vrsta ustanove koja je dodijelila nagradu	South Plains College (Levelland, SAD)
<b>Osobne vještine i kompetencije</b>	
Materinski jezik	hrvatski
Drugi jezici	engleski
	SLUŠANJE C1 / ČITANJE C1 / PISANJE C1 / GOVORNA PRODUKCIJA C1 / GOVORNA INTERAKCIJA C1
Komunikacijske i međuljudske vještine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odlične komunikacijske vještine</li> <li>• spremnost na suradnju i timski rad</li> </ul>
Poslovne vještine i kompetencije	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organiziranost i preciznost u izvršavanju zadataka</li> <li>• spremnost na preuzimanje odgovornosti</li> <li>• dobre motivacijske sposobnosti</li> </ul>
Digitalne vještine i kompetencije	<ul style="list-style-type: none"> <li>• internet</li> <li>• MS Office (Word, Excel, PowerPoint)</li> <li>• društvene mreže</li> </ul>
Vozačka dozvola	B