

# Indikacije za elektromioneurografiju u Kliničkom bolničkom centru Split

---

**Matetić, Matea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:065708>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-28**



*Repository / Repozitorij:*

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Matea Matetić**

**INDIKACIJE ZA ELEKTROMIONEUROGRAFIJU  
U KLINIČKOM BOLNIČKOM CENTRU SPLIT**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:  
2022./2023.**

**Mentor:  
izv. prof. dr. sc. Ivica Bilić**

**Split, srpanj 2023.**

## SADRŽAJ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1. Elektromioneurografija .....                              | 2         |
| 1.2. Elektromiografija .....                                   | 2         |
| 1.2.1. Anatomija i fiziologija neuromuskularnog spoja .....    | 3         |
| 1.2.2. Način provođenja elektromiografskog ispitivanja .....   | 4         |
| 1.2.3. Ispitivanje mišića u mirovanju i kontrakciji .....      | 5         |
| 1.3. Elektroneurografija .....                                 | 9         |
| 1.3.1. Anatomija i fiziologija živčane stanice .....           | 9         |
| 1.3.2. Način provođenja elektroneurografskog ispitivanja ..... | 9         |
| 1.3.3. Senzorno elektroneurografsko ispitivanje .....          | 11        |
| 1.3.4. Motorno elektroneurografsko ispitivanje .....           | 12        |
| 1.3.5. Gubitak aksona ili demijelinizacija .....               | 13        |
| 1.4. Indikacije za elektromioneurografiju .....                | 14        |
| 1.5. Kontraindikacije i opasnosti provođenja pretrage .....    | 16        |
| <b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....                              | <b>17</b> |
| 2.1. Cilj istraživanja .....                                   | 18        |
| 2.2. Hipoteze .....  | 18        |
| <b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....                            | <b>19</b> |
| 3.1. Ustroj studije i ispitanici .....                         | 20        |
| 3.2. Metode prikupljanja podataka .....                        | 20        |
| 3.3. Etička načela .....                                       | 20        |
| 3.4. Statistička obrada podataka .....                         | 21        |
| <b>4. REZULTATI</b> .....                                      | <b>22</b> |
| <b>5. RASPRAVA</b> .....                                       | <b>28</b> |
| <b>6. ZAKLJUČCI</b> .....                                      | <b>33</b> |
| <b>7. LITERATURA</b> .....                                     | <b>35</b> |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>8. SAŽETAK</b> ..... | <b>40</b> |
| <b>9. SUMMARY</b> ..... | <b>42</b> |

## ZAHVALA

*Od srca zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Ivici Biliću što je nesebično izdvajao svoje vrijeme kako bi dijelilo svoje savjete i iskustva i tako pokazao kako biti veliki liječnik, a još veći čovjek. Hvala Vam na beskrajnoj potpori i prijateljskom pristupu. Naučili ste me da marljivo radim, da me pokreće strast i da sanjam veliko. Čast mi je što ste mi Vi bili mentor.*

*Najveće hvala mojim roditeljima koji mi cijeli život pružaju bezuvjetnu podršku, povjerenje i ljubav. Hvala što ste sa mnom koračali na putu ostvarenja mojih snova i pri tome bili moja snaga i rame na koje se uvijek mogu osloniti. Za sve što radite za mene i za ono što jeste, zauvijek ću vam biti zahvalna u životu. Vi ste moj ponos.*

*Hvala mojoj Baki, mojoj najvjernijoj navijačici. Hvala ti što si me usmjerila na pravi životni put i pri tome imala za mene beskrajno strpljenja, ljubavi, topline i nježnosti. Ti si moj heroj i poticaj, a ja sam najveća sretnica što te imam.*

*Hvala mojoj najboljoj prijateljici, sestri, što mi je uvijek brisala suze na dnu i veselila se svakom mom uspjehu kao da je njen. Hvala što mi nisi dopustila da odustanem kad je bilo teško, što mi širiš krila i čuvaš leđa. Uz tebe je sve lakše. Hvala ti što si mi ispunila srce hrabrošću.*

*Hvala bratu na podršci i motivaciji. Uvijek si bio moj ponos, inspiracija i pokazatelj kako se trud i rad isplati. Siri, otvori šampanjac, dva su doktora u kući.*

*Hvala Boži na najtoplijem zagrljaju, ljubavi i svakom odlasku u „prolazograd“.*

*Hvala ostatku obitelji što su uvijek bili uz mene.*

*Hvala prijateljima što su sa mnom dijelili sve trenutke.*

*Za kraj, hvala Ivanu što je moja sigurna luka i glas razuma. Hvala ti za razumijevanje, beskrajnu podršku i brigu. Uljepšao si moj život i činiš me sretnom ženom.*

*Hvala ti za ljubav.*

## **1. UVOD**

## **1.1. Elektromioneurografija**

U posljednjih šezdeset godina elektrodijagnostičko ispitivanje postaje sve važnije u procjeni pacijenata s neuromuskularnim poremećajima. To možemo zahvaliti boljem razumijevanju patofiziologije tih poremećaja i napretku tehnika poput elektromiografije i elektroneurografije (1).

Elektromioneurografija je dijagnostička neurološka metoda koja se sastoji od dva odvojena, ali najčešće kombinirana elektrofiziološka testa: elektromiografije i elektroneurografije. Elektromiografija koristi se za snimanje električne aktivnosti mišića, a elektroneurografija je tehnika kojom se procjenjuje funkcija perifernog živčanog sustava. Spomenute tehnike nisu samo neovisni testovi, već čine dio elektrodijagnostičkih ispitivanja u kojima se uzima u obzir klinički kontekst. Cilj je elektrodijagnostičkog ispitivanja pomoći pacijentu i liječniku kako bi se uspostavila ispravna dijagnoza koristeći sve bitne informacije koje spomenuti testovi nude. Elektromioneurografija može biti moćan dijagnostički alat kada se koristi kao nadopuna kliničkoj anamnezi i fizikalnom pregledu jer su navedena dijagnostička testiranja značajna u otkrivanju abnormalnosti, ali ne i uzroka bolesti. Međutim, treba napomenuti da rezultat ovisi i o stručnosti specijalista koji test provode (2). Elektromioneurografija, procjenjujući funkciju donjih motornih neurona, perifernih živaca, neuromuskularnih spojeva i mišića, pomaže pri dijagnostici i praćenju različitih neuroloških poremećaja kao što su neuropatije, miopatije i radikulopatije.

## **1.2. Elektromiografija**

Elektromiografija je postupak snimanja i analize električnih signala mišićnih vlakana i motoričkih jedinica zabilježenih tijekom mirovanja i kontrakcije. Postoje dvije mogućnosti bilježenja električnih signala: površinska i iglena elektromiografija. Površinske elektrode mogu zabilježiti signale s površine kože, ali ta metoda nije dovoljno osjetljiva za otkrivanje vrlo malih signala te ne omogućuje preciznu procjenu promjena pojedinačnih potencijala motoričkih jedinica. Stoga, današnji standard u provedbi ove tehnike umetanje je elektrode u mišić (iglena elektromiografija) i snimanje električnih signala u stanju mirovanja i tijekom voljne kontrakcije mišića (3).

S obzirom na to da je nemoguća standardizacija elektromiografskog nalaza, neizmjerljivo je važno istaknuti potrebu za temeljitom anamnezom i neurološkim pregledom koji predstavljaju osnovu za postavljanje pitanja i hipoteza na koje bi elektrodijagnostički test

mogao odgovoriti (4). Glavni su ciljevi ove metode utvrditi postojanje i klasifikaciju neuromuskularnih bolesti te dati informacije o lokalizaciji, vremenskoj progresiji, patofiziologiji i opsegu poremećaja. Kako bi se postigli navedeni ciljevi potrebna je: temeljita klinička procjena, priprema pacijenta, odabir odgovarajućih mišića i izvođenje pretrage. U stanjima poput radikulopatije, miopatije ili bolesti motornih neurona elektromiografija je korisniji izvor informacija od elektroneurografije koja je, s druge strane, bolji alat u dijagnostici polineuropatija ili žarišne mononeuropatije. Kako bi se sasvim odredila prisutnost, patofiziologija i ozbiljnost neuromuskularne bolesti, često je nužna kombinacija elektromiografije i elektroneurografije (5).

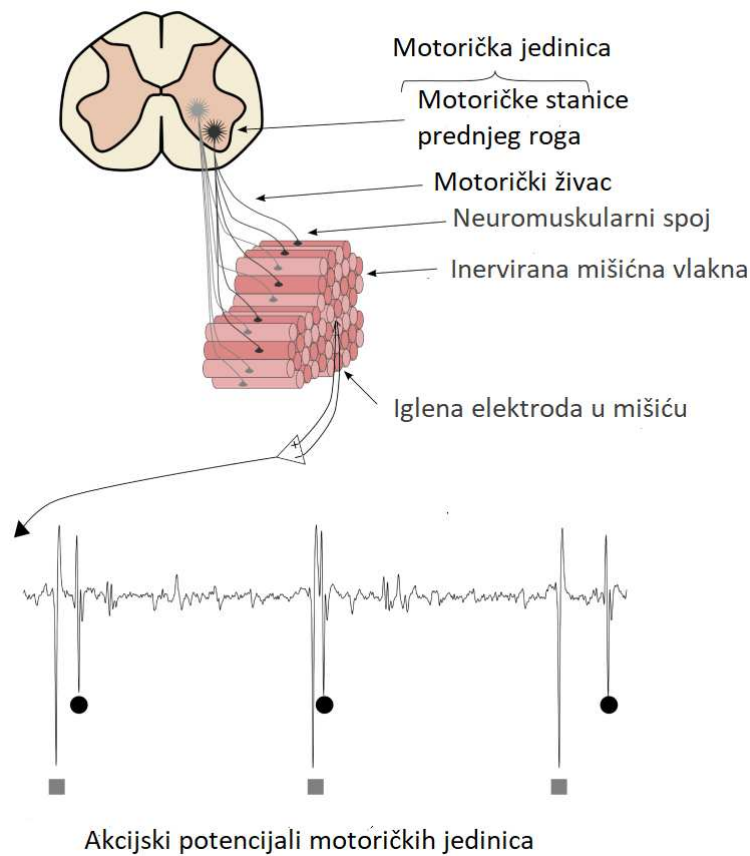
### **1.2.1. Anatomija i fiziologija neuromuskularnog spoja**

Motorička jedinica sastoji se od stanica prednjeg roga, njegovog aksona, neuromuskularne spojnice i mišićnih vlakana inerviranih tim aksonom. Broj vlakana koje inervira određeni motorni neuron ovisi o vrsti mišića. Manji mišići koji dovode do finijih pokreta imaju manje motoričke jedinice, odnosno veći broj živčanih, a manji broj mišićnih vlakana. Suprotno tome, veći mišići imaju i veće motoričke jedinice koje sadrže veći broj mišićnih vlakana. Mišićna vlakna koja inervira određena motorička jedinica isprepleću se s mišićnim vlaknima inerviranih drugim motoričkim jedinicama, a pojedini mišić inerviran je različitim brojem motoričkih jedinica. Slabiji signali stimuliraju manje motoričke jedinice, a pojačavanjem signala dolazi do podražavanja sve većih motoričkih jedinica. Upravo zbog toga do sinkronizacije izbijanja većeg broja motoričkih jedinica dolazi pri snažnijim kontrakcijama. Nabrojani čimbenici kao što su broj motoričkih jedinica, gustoća vlakana unutar pojedine motoričke jedinice i difuzno isprepletanje vlakana inerviranih različitim motoričkim jedinicama unutar mišića utječu na ispitivanje i interpretaciju elektromiografskog nalaza (6, 7).

Skeletni mišići inervirani su mijeliniziranim živčanim vlaknima. Između aksona i mišićnog vlakna nalazi se sinaptički prostor. Membranski potencijal mišićnog vlakna u mirovanju iznosi oko -90 mV. U završnom dijelu aksona nalaze se mjehurići ispunjeni acetilkolinom koji, nakon što impuls dođe do neuromuskularnog spoja, otpuštaju acetilkolin u sinaptički prostor. Acetilkolin dovodi do otvaranja natrijevih kanala i posljedično promjene akcijskog potencijala koji se potom širi duž mišićnog vlakna. Za nastanak maksimalne kontrakcije potrebno je da tok struje akcijskog potencijala prođe i središtem mišićnog vlakna i posljedično dovede do otpuštanja kalcijevih iona iz sarkoplazmatske mrežice. Električni signal najbolje se detektira u blizini membrana mišićnih vlakana, a njegova snaga značajno opada povećanjem udaljenosti elektrode od mišićne membrane (5,6).



Na slici 1. prikazani su sastavni dijelovi motoričke jedinice kao i njihovi akcijski potencijali zabilježeni iglenom elektrodom tijekom elektromiografskog ispitivanja.



**Slika 1.** Komponente i akcijski potencijal motoričke jedinice.

(Preuzeto i prilagođeno prema: Heroux M. Motor units in the human calf muscle: not as complicated as you think [Internet]. Motor Impairment. 2015 [citirano 17. lipnja 2023.]. Dostupno na: <https://motorimpairment.neura.edu.au/medial-gastroc-motor-unit-localization/>

### 1.2.2. Način provođenja elektromiografskog ispitivanja

Prije provođenja pretrage nužno je informirati pacijenta o samom testu i objasniti da će se igla umetnuti u nekoliko mišića, što može izazvati blagu nelagodu. Korisne su informacije i o trajanju pregleda te o područjima koja će se analizirati. To pomaže smanjiti pacijentovu tjeskobu čime se postiže bolje opuštanje mišića i učinkovitije snimanje električnih signala (3).

Odabir mišića koji će se testirati ovisi o prethodno provedenom kliničkom statusu pacijenta. Na primjer, kod mnogih miopatija, češće se primjećuju abnormalnosti u proksimalnim mišićima. Nadalje, pojedinačni mišići ekstremiteta nerijetko se ispituju u

pacijenata sa sumnjom na radikulopatiju, a kod sumnje na bolest motoričkih neurona testiraju se šire skupine mišića (8).

Za provedbu elektromiografskog ispitivanja postoje različite vrste iglenih elektroda, a u praksi se najčešće koriste koncentrične ili monopolarne elektrode. Koncentrična igla koristi dvije elektrode: prva je žičana elektroda koja je smještena unutar čelične kanile koja djeluje kao druga elektroda. S obzirom na to da su elektrode blizu jedna drugoj, postoji visok napon zajedničkog načina rada, a to osigurava relativno oštar potencijal motoričke jedinice. Monopolarne igle izrađene su od jezgre od nehrđajućeg čelika koja je obložena teflonom i konusnog vrha koji djeluje kao aktivna elektroda. Te igle bilježe veće amplitude i dulje trajanje signala u usporedbi s koncentričnim iglama, ali je broj faza sličan. Igle za pojedinačna vlakna iznimno su tanke igle koje omogućuju snimanje jednog mišićnog vlakna, ali zbog osjetljivosti prilikom rukovanja i skupoće igle, danas se u praksi zamjenjuju koncentričnim iglama (9).

Prije uvođenja igle potrebno je da ispitivač palpacijom odredi točnu lokaciju i granice samog mišića. Preporučuje se da liječnik prije umetanja igle zategne kožu jer to omogućuje brzi prodor igle kroz kožu i potkožno tkivo i tako smanjuje mogućnost krvarenja. Umetanje igle treba se izvoditi okomito u odnosu na mišićna vlakna, odnosno kožu. Tijekom ispitivanja mišića šake i stopala, preporučuju se umetanje igle u manje osjetljivu dorzalnu stranu kože umjesto izravno u kožu dlana ili tabana. U slučaju kada je mišić palpiran i aktiviran, ali elektroda ne registrira nikakvu aktivnost, potrebno je prilagoditi pozicioniranje igle prije nastavka provođenja dijagnostičkog testa (10).

S obzirom na to da elektroda bilježi aktivnost ograničenog područja unutar mišića, neophodno je pomicati iglu kako bi se zabilježila aktivnost u više područja mišića i tako dobila sveobuhvatnija procjena mogućih patoloških promjena. Premještanje igle kroz mišić predstavlja najčešći uzrok nelagode za pacijenta. Kako bi se nelagoda minimalizirala, poželjno je da su razmaci između pokreta manji i tempo usporen. Za kompletnu procjenu aktivnosti potrebna su dva do četiri prolaska kroz mišić (8). Liječnik bi uvijek trebao težiti što manjem broju uboda te zbog toga ispitivanje započinje od klinički najizraženije promijenjenih mišića.

### **1.2.3. Ispitivanje mišića u mirovanju i kontrakciji**

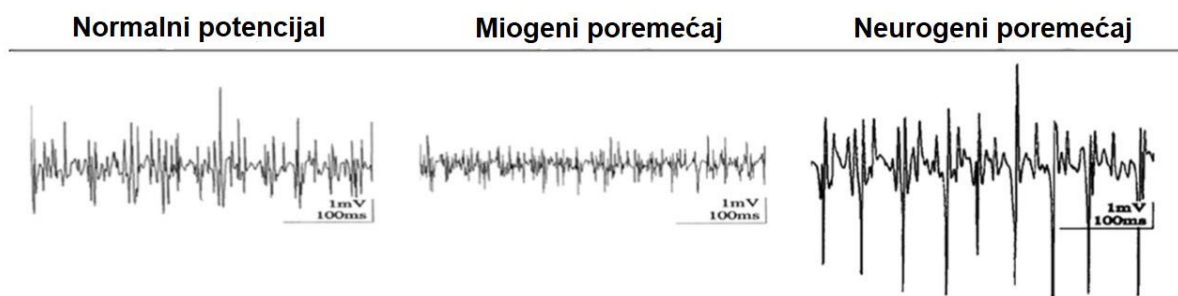
Elektromiografsko ispitivanje provodi se u tri faze: u prvoj fazi procjenjuje se spontana aktivnost mišića u stanju mirovanja, druga faza obuhvaća mjerenje potencijala voljno aktivirane motoričke jedinice, a treća faza uključuje analizu interferencijskog obrasca tijekom povećanja napora (11).

Elektroda se postavlja u mišić kada je pacijent u opuštenom stanju. Prilikom uvođenja igle može se uočiti kratkotrajna električna aktivnost koju nazivamo insercijska aktivnost. Ovaj je nalaz fiziološki fenomen koji vrlo kratko traje, a nastaje kao odgovor na mehaničku ozljedu te je moguće njegovo ponavljanje prilikom pomicanja igle u daljnjem tijeku ispitivanja (7). Pri interpretaciji nalaza moguće je uočiti povećanu i smanjenu insercijsku aktivnost. Povišena električna aktivnost koja traje i nakon prestanka pomicanja igle opisuje povećanu insercijsku aktivnost. Ona se najčešće javlja zbog denervacije ili nestabilnosti stanične membrane. Suprotno tome, smanjenu insercijsku aktivnost opisuje potpuna ili vrlo reducirana električna aktivnost tijekom pomicanja igle, a nastaje zbog neekscitabilnosti ili redukcije mišićnih vlakana kod različitih neuropatija i miopatija (11).

U prvom dijelu elektromiografskog testa ispituje se spontana aktivnost mišića. Nakon što je igla pravilno pozicionirana, istražuje se postoji li električna aktivnost u relaksiranom mišiću. Zdravi mišić u stanju opuštenosti ne smije pokazivati znakove spontane aktivnosti jer normalno inerviran mišić ima stabilan potencijal čiju promjenu uzrokuje samo živčani eferentni impuls (4). Pri ispitivanju spontane aktivnosti mišića potrebno je uočiti abnormalnosti kao što su fibrilacijski potencijali, pozitivni denervacijski potencijali, fascikulacije. Fibrilacijski potencijal predstavlja akcijski potencijal pojedinačnog mišićnog vlakna koji se javlja spontano, u odsutnosti impulsa. S obzirom na to da se aktiviraju samo pojedinačna mišićna vlakna, kontrakcija se ne vidi na tijelu, već se samo bilježi na ekranu. Taj fenomen najčešće se vidi kod denervacijskih bolesti, a može se uočiti i kod miopatija. Točan mehanizam nastanka fibrilacijskog potencijala nije poznat, ali smatra se da nastaje kao rezultat smanjenog praga stvaranja akcijskog potencijala i hipersenzibilnosti postsinaptičkih acetilkolinskih receptora (12). Fibrilacijski potencijali maleni su potencijali kratkog trajanja. Mogu biti dvofazni i trofazni i najčešće započinju malim pozitivnim valom nakon kojeg slijedi velika negativna faza koja je opet popraćena manjom negativnom fazom (11). Nakon akutne ozljede živca potrebno je različito vrijeme za nastanak fibrilacijskog potencijala ovisno o opsežnosti denervacije i o udaljenosti mišića od mjesta ozljede živca (12). Važno je istaknuti da prilikom traženja fibrilacijskih potencijala mišić mora biti topao jer sa snižavanjem temperature fibrilacijski potencijali mogu nestati (4). Pozitivni denervacijski potencijali uglavnom su dvofazni i sastoje se od velike pozitivne faze nakon koje slijedi manja negativna faza. Smatra se da je uzrok njihovog nastanka jednak kao onom nastanka fibrilacijskog potencijala (11). Fascikulacije su također jedan oblik spontane aktivnosti ali, za razliku od fibrilacijskih i pozitivnih denervacijskih potencijala, predstavljaju akcijski potencijal nastao prilikom kontrakcije dijela

ili čitave motoričke jedinice i zbog toga su u većini slučajeva vidljive i na tijelu. Iako se mogu pojaviti i kod zdravih osoba, najčešće su znak neurogenog poremećaja (13). Fascikulacijski potencijali mogu biti različitog oblika i veličina, ovisno o karakteristikama motoričke jedinice iz koje nastaju, a javljaju se u nepravilnim intervalima.

U drugoj fazi elektrodijagnostičkog ispitivanja mjere se potencijali motoričke jedinice tijekom voljne kontrakcije. Potencijal motoričke jedinice predstavlja zbroj akcijskih potencijala mišićnih vlakana aktiviranih istom motoričkom jedinicom. Sva mišićna vlakna jedne motoričke jedinice iste su histološke vrste. Razlikujemo dva histološka tipa. Prvi tip mišićnih vlakana ima manji prag za aktivaciju te se posljedično tome aktiviraju pri slabijim kontrakcijama, ali i daju manji potencijal motoričke jedinice prilikom izvođenja testa. Drugi tip mišićnih vlakana nalazi se kod većih motoričkih jedinica i aktiviraju se tek pri jačim kontrakcijama. Pojačavanjem mišićne kontrakcije dolazi do aktivacije sve većeg broja motoričkih jedinica (14). U zdravom mišiću vlakna jedne motoričke jedinice kontrahiraju se u isto vrijeme odašiljući simultano potencijal koji se mjeri. Uzevši u obzir navedeno, prilikom uboda igle u određeni dio mišića i polaganim povećavanjem snage kontrakcije može se ispitati potencijal različitih motoričkih jedinica, nakon čega se igla premješta u drugi dio mišića i ponavlja se postupak za potpuni nalaz. Poremećaj motoričke jedinice, bio on neurogene ili miogene prirode, uzrokuje promjene u potencijalu motoričke jedinice (slika 2.) (7). Kod neurogenih oštećenja dolazi do propadanja motoričkih jedinica i kolateralne reinervacije mišićnih vlakana oštećene motoričke jedinice. Prilikom ispitivanja možemo uočiti, osim već prije navedenih promjena u spontanoj aktivnosti, produljenje trajanja potencijala motoričke jedinice i povećanje amplitude (14). Miogena oštećenja obilježena su zahvaćanjem samo mišićnih vlakana, ali ne dolazi do smanjenja broja motoričkih jedinica. Posljedično, zbog smanjenog broja mišićnih vlakana, motorička jedinica postaje manja te dolazi do smanjenja trajanja i amplitude njenog potencijala. Kako bi se prouzrokovala željena kontrakcija mišića s manjim brojem mišićnih vlakana, potrebna je brža aktivacija većeg broja motoričkih jedinica što se prikazuje kao gusti, prijevremeni obrasci aktivnosti (14,15).



**Slika 2.** Promjene potencijala motoričke jedinice.

(Preuzeto i prilagođeno: Stålberg E, van Dijk H, Falck B, Kimura J, Neuwirth C, Pitt M, i sur. Standards for quantification of EMG and neurography. Clin Neurophysiol. 2019;130:1688–729.)

Treća faza ispitivanja nastavlja se na drugu fazu. Od ispitanika se zatraži da se pojača mišićna kontrakcija koja dovodi do aktivacije većeg broja motoričkih jedinica i nemogućnosti razlikovanja pojedinačnih potencijala motoričke ploče zbog njihovog međusobnog preklapanja. Takav nalaz označuje se kao interferencijski uzorak. Interakcija akcijskih potencijala može se uočiti već na pojedinim dijelovima mišića kada se upotrebljava deset posto voljne mišićne kontrakcije. Izgled interferencijskog uzorka ovisi o brojnim čimbenicima kao što su spol, dob, postotak voljne kontrakcije mišića, temperatura (16). Interferencijski uzorak, unatoč gubitku detalja koji su prikazani pri manjim kontrakcijama, pruža također korisne informacije. U neurogenom oštećenju, zbog gubitka motoričkih jedinica prilikom maksimalne kontrakcije, neće doći do aktivacije svih motoričkih jedinica te će interferencijski uzorak biti prorijeđen. Preostale motoričke jedinice izbijati će većom frekvencijom. Suprotno tome, kod miopatskih oštećenja nalazi se gust interferencijski uzorak u usporedbi sa snagom kontrakcije. Gust interferencijski uzorak nastaje zbog potrebe za aktivacijom većeg broja motoričkih jedinica nego što je u zdrave osobe potrebno za jednaku jačinu kontrakcije (4,7).

### **1.3. Elektroneurografija**

Elektroneurografija je druga važna sastavnica elektrodijagnostičke neurološke metode u procjeni neuromuskularne funkcije. Sastoji se od poticanja nastanka akcijskog potencijala duž perifernog živca i snimanja odgovora na stvoreni potencijal na drugom mjestu istog živca ili na mišiću inerviranog stimularnim živcem (17).

Postoje tri vrste perifernih živčanih stanica: senzorne, motorne i autonomne stanice. U elektroneurografskom ispitivanju procjenjuje se funkcija samo većih, mijeliniziranih senzornih i motornih živaca dok se funkcija manjih mijeliniziranih ili nemijeliniziranih autonomnih stanica ne registrira. Ispitivanje senzornih i motornih živčanih stanica je odvojeno, a to omogućava točnu identifikaciju pogođenog živca. Razni parametri snimljenih senzornih i motornih akcijskih potencijala kao što su amplituda, latencija i brzina provođenja koriste se za procjenu živčanih stanica, a mogu biti korisni i u razlikovanju demijelinizacijskog od aksonalnog oštećenja živca (18).

#### **1.3.1. Anatomija i fiziologija živčane stanice**

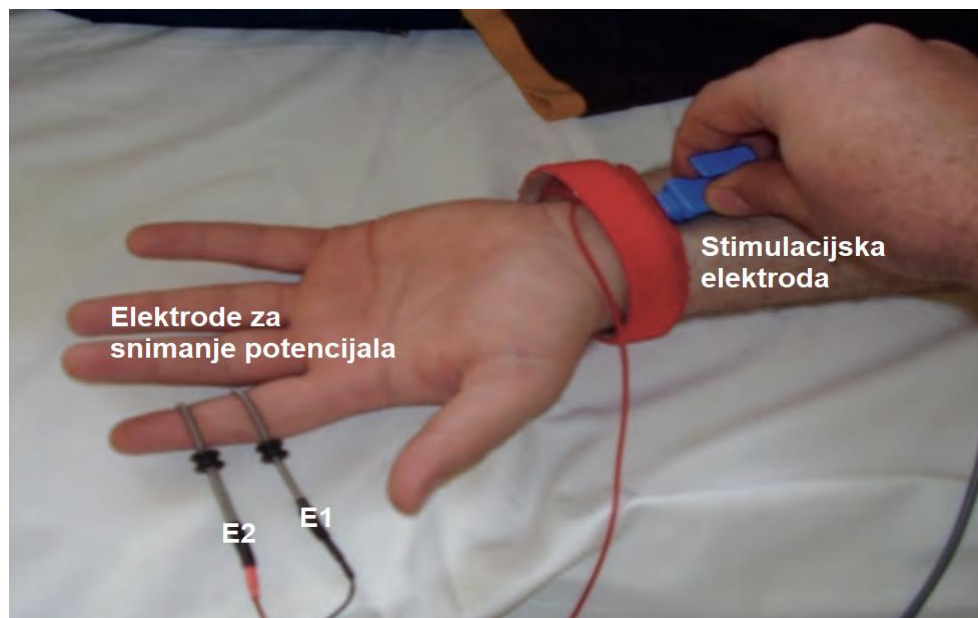
Živčana stanica sastoji se od tijela, dendrita i aksona. Osnovna jedinica prijenosa živčanog impulsa središnji je dio živca, odnosno akson. Smatra se da je živčano vlakno ili akson produžetak citoplazme tijela živčane stanice. Ta citoplazma naziva se aksoplazma i ona je dinamična struktura kroz koju razne tvari prolaze.

Živčana vlakna mogu biti nemijelinizirana ili mijelinizirana. Aksoni živčanih stanica dobivaju mijelinsku ovojniciu na izlasku iz sive supstance. Schwannove stanice, omotavajući se oko aksona, oblažu aksolemu mijelinom koji služi kao izolator. Prostor između Schwannovih stanica nazivaju se Ranvierovi čvorovi i na tim mjestima aksolema nije obložena mijelinom, već je izložena izvanstaničnom prostoru. Akcijski potencijal mijeliniziranog živca brzo putuje duž svog aksona zbog skokovitog provođenja potencijala od jednog do drugog Ranvierovog čvora (19, 20). Važno je istaknuti kako su aksoni u mogućnosti provoditi akcijski potencijal u oba smjera, odnosno ortodromno i antidromno (4).

#### **1.3.2. Način provođenja elektroneurografskog ispitivanja**

Tijekom elektroneurografskog ispitivanja primjenjuje se električni podražaj na živac. Taj podražaj dovodi do nastanka akcijskog potencijala koji se može detektirati ili iznad mišića (motorno elektroneurografsko ispitivanje) ili na drugom mjestu istog živca (senzorno elektroneurografsko ispitivanje) (17).

Iako postoje različite metode stimulacije i snimanja, u kliničkoj praksi najčešće se koriste površinske elektrode. Zbog navedenog, važno je istaknuti kako su površinska mjesta stimulacije i snimanja zapravo približni položaji njihovih stvarnih ciljeva. Nesigurnost u anatomiji i pogrešne pozicije elektroda mogu ograničiti vrijednost ove metode. Elektrode za snimanje akcijskog potencijala sastoje se od aktivne (E1) i neaktivne (E2) elektrode postavljene na određenoj međusobnoj udaljenosti (slika 3.). Prostorni odnos između dvije elektrode važan je za snimanje jer omogućava razliku u naboju koja stvara snimljeni akcijski potencijal. Elektrode postavljene preblizu jedna drugoj mogu dovesti do lažno malih akcijskih potencijala, a elektrode postavljene na prevelikoj međusobnoj udaljenosti povećavaju snimanje okolnih neželjenih artefakata (21).



**Slika 3.** Motorička neurografija *n. ulnarisa*.

(Preuzeto i prilagođeno: Čerimagić D. Uloga EMNG-a u neurološkoj praksi. Medicus [Internet]. 2019 [citirano 7. lipnja 2023. ];28(1 Neurologija):95–104. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/216821>)

Intenzitet stimulacije postupno se povećava tijekom ispitivanja depolarizirajući sve veći broj živčanih stanica sve dok amplituda snimanog akcijskog potencijala ne dosegne svoj maksimum. Nakon što je dosegnut, potrebno je povećati intenzitet stimulacije za dodatnih deset do dvadeset posto. Navedeno je važan dio ispitivanja koje osigurava sinkronizaciju i aktivaciju svih aksona i veću ispravnost testa (17). Rezultati ispitivanja uspoređuju se sa standardiziranim normativnim vrijednostima. Elektroneurografsko ispitivanje može se provesti i na kontralateralnom, zdravom ekstremitetu kako bi se dobili referentni podatci za usporedbu, a to

je posebno korisno kod mlađih pacijenata gdje raspon može odstupati od referentnih vrijednosti opće populacije.

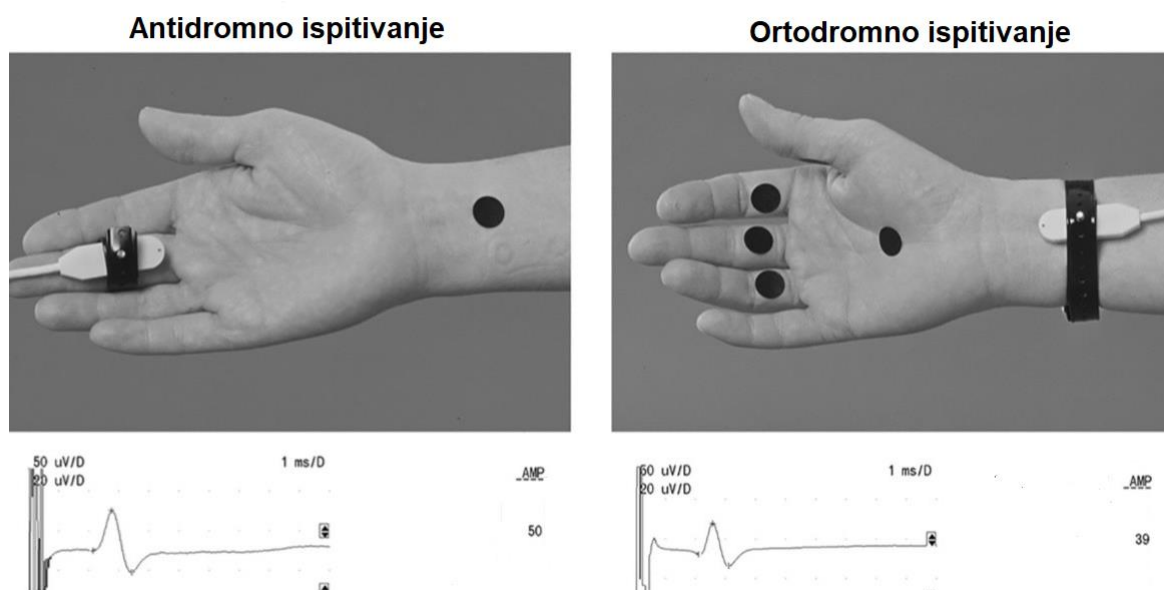
Na provodljivost živčanih vlakana mogu utjecati i brojni drugi čimbenici. Pad temperature, starost, iznadprosječna visina i ishemija dovode do smanjene provodljivosti. S obzirom na to da amplituda ovisi o udaljenosti živca i elektrode, edem ili povećani opseg ekstremiteta dovode do njenog smanjenja. Općenito se smatra da žene imaju veću amplitudu i bržu provodljivost od muškaraca (22).

### **1.3.3. Senzorno elektroneurografsko ispitivanje**

Senzorno elektroneurografsko ispitivanje služi za procjenu integriteta perifernih živaca i pomaže u identifikaciji i lokalizaciji oštećenja. Senzorni akcijski potencijali bilježe se kao odgovor na stimulaciju, a predstavljaju zbroj akcijskih potencijala mijeliniziranih senzornih aksona unutar živca (17). Dok za ispitivanje motornog dijela perifernog živčanog sustava, uz elektroneurografsku, postoji i elektromiografska metoda, za ispitivanje senzornih živčanih vlakana jedini elektrodijagnostički alat je elektroneurografija (23). Senzorni akcijski potencijali, s promjenama u brzini provođenja, amplitude i latencije, vrlo su osjetljivi alat u procjeni ranih abnormalnosti živčanih vlakana. U usporedbi s motornim, senzorni akcijski potencijali nisu podložni utjecaju drugih čimbenika kao što su neuromuskularna spojnica ili električna podražljivost mišića te njihovo mjerenje pruža neprocjenjive informacije o fiziologiji i patologiji senzornog živčanog sustava. Senzorno elektroneurografsko ispitivanje korisno je i u razlikovanju preganglijskih od postganglijskih oštećenja. Kod preganglijskih oštećenja, distalni senzorni aksoni ostaju netaknuti i senzorni akcijski potencijal ostaje normalan, ali biva promijenjen u postganglijskim oštećenjima (24).

Senzorno ispitivanje može se provoditi na dva načina: ortodromno i antidromno. Ortodromno ispitivanje imitira fiziološki smjer provođenja živca. Kod ovog načina senzorni akcijski potencijali snimaju se proksimalno od stimulacijske točke. Nedostatak ove metode je to što se proksimalnije smješten živac anatomski nalazi dublje ispod površine kože. Antidromna metoda snima senzorne akcijske potencijale distalno od mjesta stimulacije. Iako antidromni način nije fiziološki, kraća udaljenost između snimanog živca i elektrode rezultira većim amplitudama (slika 4.) Zbog navedenog, većina senzornih živaca ispituje se antidromno. Nedostatak ovog načina je mogućnost istovremenog izazivanja senzornih i motornih akcijskih potencijala što može dovesti do pogrešnih interpretacija, ali pažljivo analiziranje snimljenog vala pomaže u njihovom razlikovanju (22, 25).





**Slika 4.** Prikaz i usporedba antidromnog i ortodromnog ispitivanja.

(Preuzeto i prilagođeno: Stålberg E, van Dijk H, Falck B, Kimura J, Neuwirth C, Pitt M, i sur. Standards for quantification of EMG and neurography. Clin Neurophysiol. 2019;130:1688–729. Crne točke označavaju mjesta stimulacijskih elektroda.)

#### 1.3.4. Motorno elektroneurografsko ispitivanje

Motorno elektroneurografsko ispitivanje koristi snimanje akcijskog potencijala mišića kako bi se zaključilo o funkciji motoričkog živca. To je vrlo korisna metoda u kojoj mišić djeluje kao pojačalo pa su snimljeni signali puno veći nego što bi bili kada bi se snimanje vršilo na samom živcu. Međutim, ova mjerenja podložna su utjecaju raznih patoloških čimbenika koji ne moraju biti vezani uz ispitivani živac, već mogu biti odraz poremećaja mišića ili sinapse. Zbog navedenog, važno je istaknuti važnost kombiniranja elektroneurografskog i elektromiografskog ispitivanja radi dobivanja točnog patološkog poremećaja (26).

Na mjestu stimulacije stvara se akcijski potencijal koji putuje uzduž živca. Putem neuromuskularne spojnice akcijski potencijal prenosi se na mišić i dolazi do depolarizacije mišićnih vlakana inerviranih istim živcem. Elektroda registrira i snima motorički akcijski potencijal koji predstavlja zbroj sinkronizirano depolariziranih mišićnih vlakana (21).

Važne karakteristike motoričkog akcijskog potencijala su amplituda, latencija i brzina provođenja. Amplituda odražava broj inerviranih mišićnih vlakana koja doprinose nastanku motoričkog akcijskog potencijala. Latencija opisuje koliko je vremena potrebno od početne

stimulacije do nastanka mišićnog akcijskog potencijala. Za procjenu brzine provođenja potrebno je stimulaciju živca izazvati na dva mjesta uzduž živca. Razlika u latenciji između dvije točke stimulacije odražava brzinu provođenja akcijskog potencijala između njih. Za izračun brzine provodljivosti potrebno je njihovu udaljenost podijeliti s brojem dobivenim oduzimanjem distalne od proksimalne latencije (27).

Rutinski se prilikom izvođenja motornog elektroneurografskog ispitivanja stimulacija izvodi na dvije različite točke uzduž živca. Protokol za gornje ekstremitete najčešće uključuje stimulaciju srednjeg i ularnog živca na zapešću i laktu te snimanje aktivnosti mišića *abductor pollicis brevis* i *abductor digiti minimi*. Kod donjeg uda, stimulacija peronealnog i tibijalnog živca provodi se na gležnju i koljenu dok se registrira potencijal mišića *abductor hallucis* i *extensor digitorum brevis* (22).

### **1.3.5. Gubitak aksona ili demijelinizacija**

Gubitak aksona i demijelinizacija patološke su promjene koje dovode do karakterističnih promjena snimljenih motoričkih ili senzornih akcijskih potencijala.

Razni neurološki poremećaji koji dovode do degeneracije aksona često se susreću u elektrodijagnostičkim ispitivanjima. Gubitak aksona dovodi do smanjene amplitude motoričkih ili senzornih akcijskih potencijala. Stupanj smanjenja amplitude ovisi o broju izgubljenih aksona i opsegu reinervacije. Kod poremećaja s malim brojem gubitka aksona ili nakon reinervacije, amplituda može biti minimalno smanjena. Suprotno navedenom, kod težih aksonalnih gubitaka koja zahvaćaju najbrža živčana vlakna, može doći i do povećane latencije i smanjene brzine provodljivosti. Međutim, latencija i brzina provodljivosti i u tom su slučaju manje pogođeni nego amplituda. Do smanjenja motoričkog akcijskog potencijala može doći i kod miopatija i bolesti neuromuskularne spojnice (17). Nakon akutnih lezija aksona kroz nekoliko dana dolazi do degeneracije koja rezultira postupnim smanjenjem amplitude. Kod kroničnih, sporo progresivnih poremećaja, reinervacija mišićnih vlakana može rezultirati očuvanjem amplitude motoričkih akcijskih potencijala (28). U većini poremećaja, pad amplitude brže se uočava kod senzornih nego kod motoričkih akcijskih potencijala.

Skokovito širenje akcijskog potencijala između Ranvierovih čvorova duž mijeliniziranih živčanih stanica omogućava veliku brzinu provođenja i malu latenciju. Zbog navedenog, glavno elektrodijagnostičko obilježje demijelinizacijskih bolesti usporavanje je brzine provođenja i produljenje latencije. Iako su navedene karakteristike tipične za demijelinizacijske bolesti, može doći i do smanjenja amplitude zbog blokade prijenosa impulsa

ili sekundarnog oštećenja aksona (21). Nasljedne demijelinizirajuće neuropatije obično su povezane s jednolikom demijelinizacijom duž živca što rezultira sličnim konfiguracijama snimljenog vala. Stečeni poremećaji pak češće dovode do segmentalne demijelinizacije i nejednolikog usporavanja. Provodna blokada javlja se kada dođe do fokalne demijelinizacije u tolikoj mjeri da se akcijski potencijal ne može provesti duž aksona. Pri tome je amplituda akcijskih potencijala normalna kod stimulacije distalno od blokade, a niska ili odsutna kod stimulacije proksimalno od provodne blokade (17).

#### **1.4. Indikacije za elektromioneurografiju**

Elektromioneurografija je dijagnostička metoda za procjenu integriteta i funkcije mišića, perifernog živčanog sustava i njegove veze sa središnjim živčanim sustavom. Česti simptomi zbog kojih su pacijenti upućeni na pretragu su bol, parestezije, mišićna slabost, hipotrofija i atrofija mišića, oslabljeni ili ugašeni refleksi (29).

Ova pretraga pruža korisne informacije:

- za potvrdu suspektne dijagnoze
- o lokalizaciji i patofiziologiji poremećaja koji uključuju: prednji rog kralježnične moždine, korijen živca, pleksus, periferni živac, neuromuskularnu spojinicu i mišić
- o prirodi (akutna/subakutna/kronična), ozbiljnosti, progresiji i mogućim komplikacijama bolesti
- o terapijskim opcijama

S obzirom na to da je ova elektrodijagnostička metoda djelomično invazivna, prije njenog izvođenja potrebno je detaljno procijeniti medicinsku dokumentaciju i razraditi najbolju strategiju provođenja pretrage kako bi se uz što jednostavnije i kraće testiranje došlo do traženih rezultata.

U tablici 1. prikazani su najčešći poremećaji zbog kojih su pacijenti upućeni na elektromioneurografsko ispitivanje, primjeri bolesti i pripadajući simptomi (30).

**Tablica 1.** Neuromuskularni poremećaji kao indikacije za elektromioneurografiju

| <b>Poremećaj</b>                           | <b>Primjer bolesti</b>                     | <b>Simptomi</b>   |
|--|--|---|
| Bolesti prednjeg roga kralježnične moždine | Amiotrofična lateralna skleroza            | Progresivni razvoj motoričke slabosti, hipotonije, fascikulacija i bulbarnih simptoma   |
|  | Spinalna mišićna atrofija                  | Motorička slabost i atrofija  |
| Radikulopatije                             | Cervikalne radikulopatije                  | Bol u vratu i gornjim ekstremitetima s parestezijama zahvaćenih dermatoma i oslabljenom motorikom zahvaćenih miotoma                        |
|  | Lumbosakralne radikulopatije               | Bol donjeg dijela leđa s popratnim parestezijama i oslabljenom motorikom zahvaćenog područja donjih ekstremiteta                            |
| Pleksopatije                               | Bolesti brahijalnog pleksusa               | Jednostrana bol ramena sa slabosti i poremećajem osjeta gornjih ekstremiteta  |
|  | Lumbosakralne pleksopatije                 | Bol u području stražnjice i donjih ekstremiteta popraćena mišićnom slabosti i poremećajem osjeta  |
| Kompresivne mononeuropatije                | Sindrom karpalnog tunela                   | Bol i parestezije koje se šire u šaci, a mogu se proširiti i u područje podlaktice i nadlaktice. Simptomi su osobito pojačani tijekom noći. |
|  | Kompresija ulnarnog živca u području lakta | Slabost mišića šake i osjetni poremećaj prstenjaka i malog prsta.   |
|  | Kompresija peronealnog živca               | Pad stopala   |
| Polineuropatije                            | Metaboličke (dijabetes)                    | Simetrični osjetni poremećaji u distalnim dijelovima udova koji mogu biti popraćeni motoričkom slabosti.                                    |
|  | Toksične (alkohol)                         |   |
|  | Autoimune                                  |   |
|  | Nasljedne                                  |   |
| Bolesti neuromuskularne spojnice           | Mijastenija gravis                         | Promjenjiva slabost mišića koja je izraženija nakon fizičke aktivnosti, slabost bulbomotorike.  |
|  | Lambert-Eatonov sindrom                    | Dominantna slabost proksimalnih mišića i autonomni poremećaji.  |
| Miopatije                                  | Duchenneova mišićna distrofija             | Slabost mišića, pseudohipertrofija listova, povišene vrijednosti kreatin kinaze   |
|  | Polimiozitis                               | Slabost proksimalnih mišića i mišića vrata, mijalgija, povišene vrijednosti kreatin kinaze  |

## 1.5. Kontraindikacije i opasnosti provođenja pretrage

Apsolutne kontraindikacije za provođenje elektromioneurografske pretrage nisu poznate. Međutim, zbog postojanja mogućih rizika tijekom provođenja tog ispitivanja, u obzir se trebaju uzeti pojedina stanja koja mogu predstavljati moguće kontraindikacije.

Jedna od opasnosti je krvarenje do kojeg može doći prilikom uboda igle tijekom elektromiografskog ispitivanja. Iako rijetki, zabilježeni su slučajevi nastanka hematoma ili sindroma odjeljka. Skupina pacijenata koji imaju nizak broj trombocita ili upotrebljavaju antitrombocitne ili antikoagulantne lijekove ima povećani rizik od krvarenja. U bolesnika koji uzimaju lijekove protiv zgrušavanja krvi, mogućnost nastanka tromboembolijskog događaja zbog prekida terapija predstavlja veći rizik od krvarenja zbog uboda igle tijekom provođenja terapije (31). Neki od načina za smanjenje opasnosti krvarenja su: korištenje najmanje dostupne igle, ograničavanje ispitivanja na površinske mišiće i izbjegavanje uboda u mišiće čiji bi hematomi mogli dovesti do kompresije susjednih neuroloških ili vaskularnih struktura (32).

S obzirom na to da je upotreba višekratnih igala zastarjela praksa, zabilježeni su rijetki slučajevi infekcija mekih tkiva kao rezultat elektromiografskog pregleda. Prije provođenja pretrage nužna je dezinfekcija područja željenog interesa, ali ona se ne smije provoditi na koži s vidljivim infekcijama. Kako bi se minimalizirala vjerojatnost prijenosa infektivnih patogena, nužno je da medicinsko osoblje primjereno koristi zaštitnu opremu (33).

Imajući na umu da sve veći broj pacijenata ima ugrađen srčani elektrostimulator ili defibrilator, ne iznenađuje zabrinutost njihovog mogućeg međudjelovanja s električnom strujom korištenom pri ispitivanju. Iako u teoriji postoji bojazan da električni impulsi stimulirajućih elektroda mogu uzrokovati promjenu rada navedenih uređaja, u praksi nisu zabilježena ostvarenja tih sumnji (34).

Pneumotoraks, kao jedna od ozbiljnijih komplikacija elektromiografskog ispitivanja, može nastati prilikom ispitivanja sljedećih mišića: *supraspinatus*, *serratus anterior* i *rhomboideus*. Zbog navedenog, simptomi kao što su bol u prsima, nedostatak zraka i cijanoza trebaju pobuditi sumnju na pneumotoraks (35).

Tijekom ispitivanja mišića od interesa, moguć je nastanak lokalne traume živca u blizini izazvane ubodom igle. Neki su od češćih primjera središnji živac i mišić *pronator teres* te radijalni živac i mišić *flexor pollicis longus*. U tim situacijama preporučuje se izvlačenje igle i njeno premještanje na drugo mjesto (32).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

## **2.1. Cilj istraživanja**

Cilj je ovog diplomskog rada istražiti opravdanost indikacija, odrediti najčešći poremećaj zbog kojih su pacijenti poslani na elektromioneurografsku pretragu te utvrditi specijalnost liječnika koji ih upućuju. Nadalje, u radu će se analizirati dob pacijenata te dolaze li isti s pripadajućom medicinskom dokumentacijom.

## **2.2. Hipoteze**

Hipoteze diplomskog rada su:

- Indikacije zbog kojih su pacijenti upućeni na elektromioneurografiju su opravdane.
- Najčešći poremećaj koji je utvrđen u pacijenata koji dolaze na pretragu je bol u leđima.
- Pacijente najčešće upućuju na elektromioneurografiju specijalisti neurologije.
- Medijan životne dobi pacijenata je 55 godina.
- Najveći broj pacijenata pri dolasku na pretragu donosi potrebnu medicinsku dokumentaciju.

### **3. MATERIJALI I METODE**



### **3.1. Ustroj studije i ispitanici**

Ovaj diplomski rad predstavlja prospektivno istraživanje provedeno u Klinici za neurologiju Kliničkog bolničkog centra Split u razdoblju od 1. 2. 2023. do 31. 3. 2023.

U istraživanju je sudjelovalo 343 pacijenta. Kriteriji uključenja bili su pacijenti oba spola, svih dobnih skupina koji su upućeni i podvrgnuti elektromioneurografskom ispitivanju u periodu od dva mjeseca. Kriterij isključenja bili su pacijenti koji nisu pristupili dijagnostičkom testiranju.

### **3.2. Metode prikupljanja podataka**

U dvomjesečnom razdoblju podatci su sakupljeni tijekom elektromioneurografskog ispitivanja, uneseni u bazu podataka i analizirani za potrebe diplomskog rada. Osobni podatci za svakog pacijenta uključivali su: inicijale imena i prezimena, spol i kronološku dob. Osim navedenog, u bazu podataka unesene su bolesti zbog kojih su pacijenti upućeni, a iste su zabilježene prema Međunarodnoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih stanja (Deseta revizija). Prikupljeni su podatci o tome je li specijalist uputio pacijenta na pretragu i, ako je, koje specijalnosti te dolaze li pacijenti na pretragu s pripadajućom medicinskom dokumentacijom. Također, sakupljeni su podatci o tome je li pacijent prethodno već bio na elektromioneurografskoj pretrazi te, ako je, je li sa sobom donio rezultate prethodnog testiranja.

### **3.3. Etička načela**

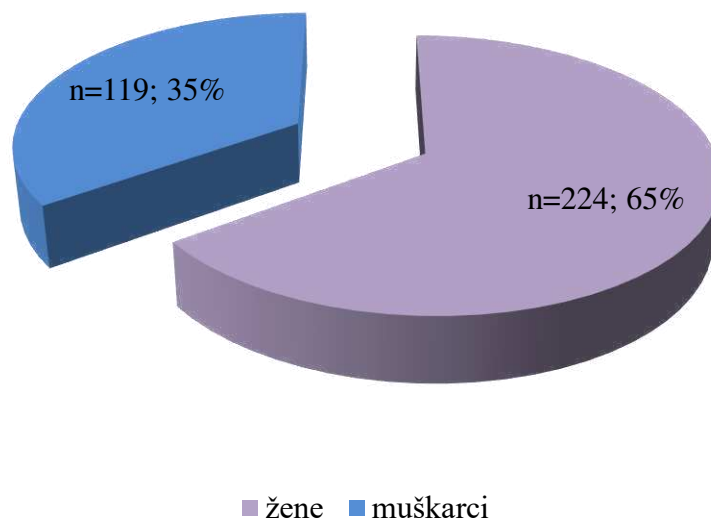
Tijekom i nakon istraživanja štite se prava i osobni podatci ispitanika u skladu sa Zakonom o zaštiti prava pacijenata (NN169/04, 37/08) i Zakonom o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka (NN 42/18). Istraživanje je usklađeno s odredbama Kodeksa liječničke etike i deontologije (NN55/08, 139/15) i pravilima Helsinške deklaracije (1964.-2013.) Etičko povjerenstvo Kliničkog bolničkog centra Split odobrilo je istraživanje 24. svibnja 2023. u Splitu, klasa: 500-03/23-01/121, ur. broj: 2181-147/01/06/LJ.Z.-23-02.

### **3.4. Statistička obrada podataka**

Prikupljeni podatci uneseni su u bazu podataka i obrađeni u statističkom paketu SPSS 20 te prikazani slikovno i tablično. Kategorijske varijable prikazane su kao brojevi ili postotci, dok su kontinuirane varijable prikazane kao medijan i interkvartilni raspon. Za obradu podataka korišten je Hi-kvadrat test i Mann Whitney test. Rezultati su interpretirani na razini značajnosti  $p < 0.05$ .

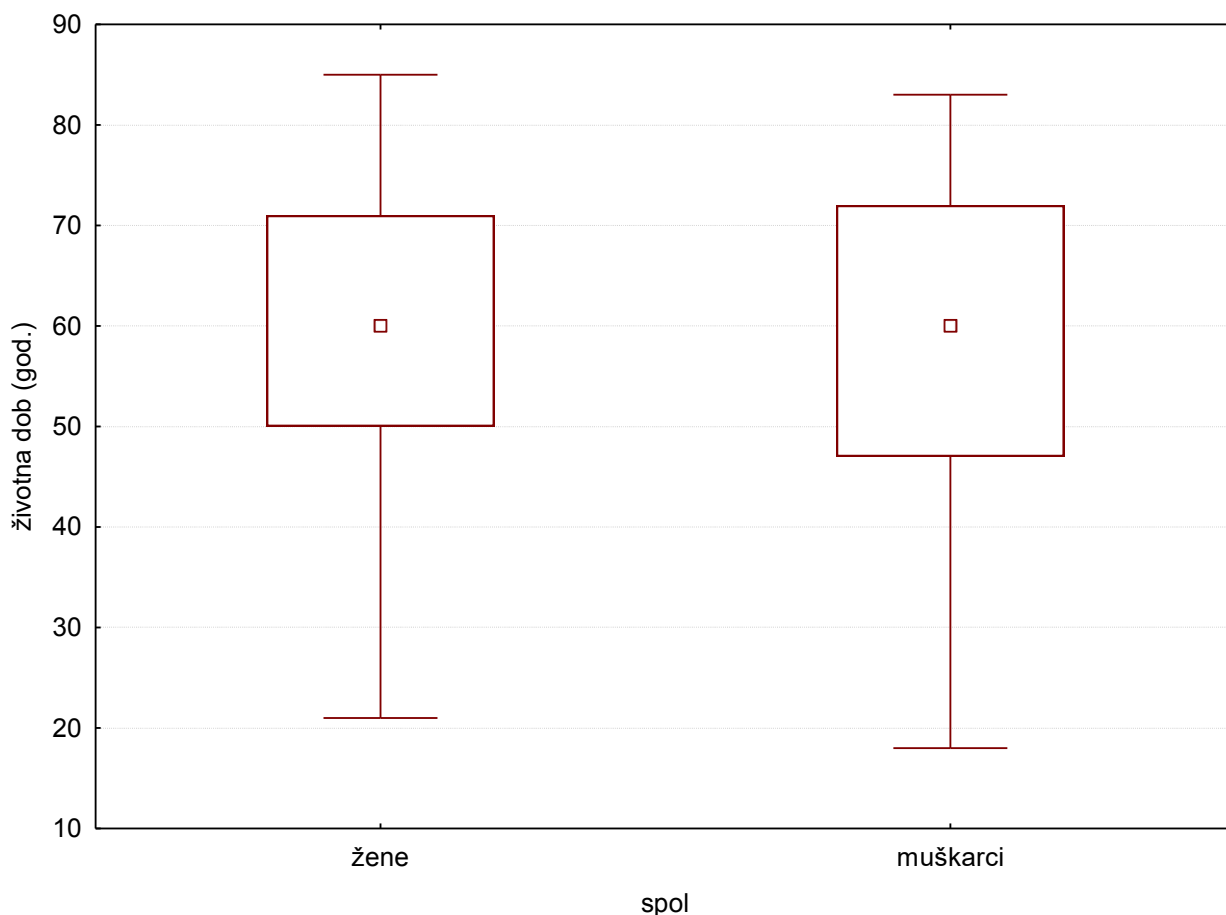
## **4. REZULTATI**

Za vrijeme provođenja studije analizirano je 343 pacijenta koji su bili podvrgnuti elektromioneurografskoj pretrazi u Klinici za neurologiju Kliničkog bolničkog centra Split u dvomjesečnom razdoblju. Od ukupnog broja ispitanika bile su 224 (65%) žene i 119 (35%) muškaraca (slika 5.). Utvrđena je statistički značajna razlika u spolu ispitanika. U istraživanoj skupini bilo je 1,8 puta više žena nego muškaraca ( $\chi^2=32$ ;  $p<0,001$ ).



**Slika 5.** Broj (%) ispitanika poslanih na elektromioneurografsku pretragu u odnosu na spol.

Medijan životne dobi ispitanika iznosio je 60 godina (Q1-Q3:50-71; min-maks:18-85) i u žena (Q1-Q3:50-71; min-maks:21-85) i u muškaraca (Q1-Q3:47-72; min-maks:18-83).



**Slika 6.** Prikaz medijana (Q1-Q3; min-maks) dobi ispitanika prema spolu

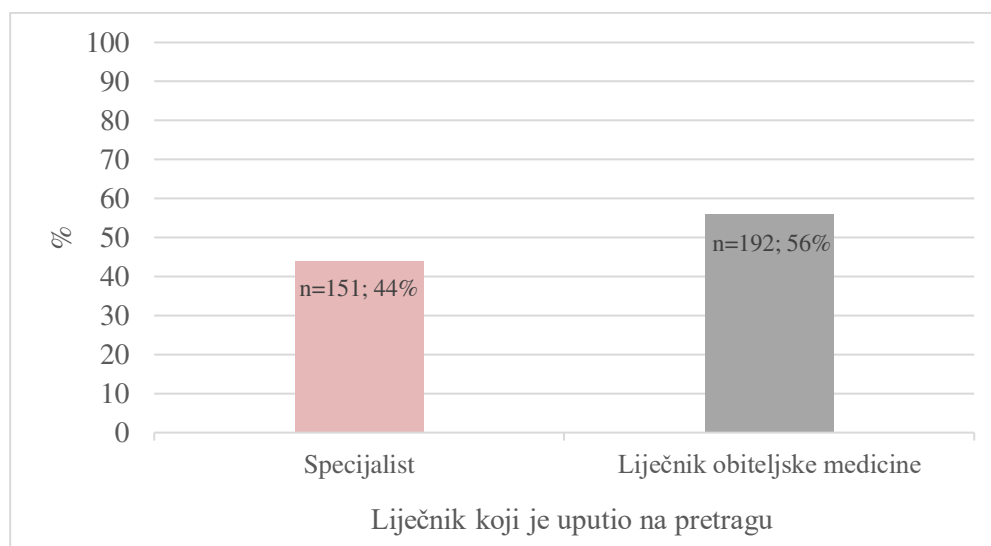
U tablici 2. prikazan je medijan (Q1-Q3; min-maks) dobi ispitanika i broj (%) ispitanika prema posjedovanju medicinske dokumentacije ukupno kao i u odnosu na spol. Žene i muškarci nisu se statistički značajno razlikovali prema dobi ( $Z=0,046$ ;  $p=0,963$ ) ni prema posjedovanju medicinske dokumentacije ( $\chi^2=0,993$ ;  $p=0,319$ ). Od ukupnog broja ispitanika bilo je 1,6 puta je više onih bez dokumentacije u odnosu na one s medicinskom dokumentacijom ( $\chi^2=21$ ;  $p<0,001$ ).

**Tablica 2.** Medijan (Q1-Q3; min-maks) dobi ispitanika, broj (%) ispitanika prema posjedovanju medicinske dokumentacije ukupno i u odnosu na spol.

|  | Ukupno              | Žene(n=224)         | Muškarci (n=119)    | p       |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------|
| Dob (god.)   | 60<br>(50-71;18-85) | 60<br>(50-71;21-85) | 60<br>(47-72;18-83) | 0,963*  |
| Posjedovanje<br>medicinske<br>dokumentacije;<br>n(%) |                     |                     |                     |         |
| Da   | 129 (38)            | 89 (40)             | 40 (34)             | 0,319** |
| Ne   | 214 (62)            | 135 (60)            | 79 (66)             |         |

\*Mann-Whitney test;\*\*  $\chi^2$  test

Od ukupno 343 ispitanika, njih 151 (44%) na pretragu je uputio specijalist, dok ih je 192 (56%) uputio liječnik obiteljske medicine. Na slici 7. prikazana je razdioba ispitanika prema liječniku (specijalist, liječnik obiteljske medicine) koji ih je uputio na pretragu. U odnosu na liječnike obiteljske medicine, liječnici specijalisti su 1,3 puta manje uputili ispitanike na elektromioneurografsku pretragu.



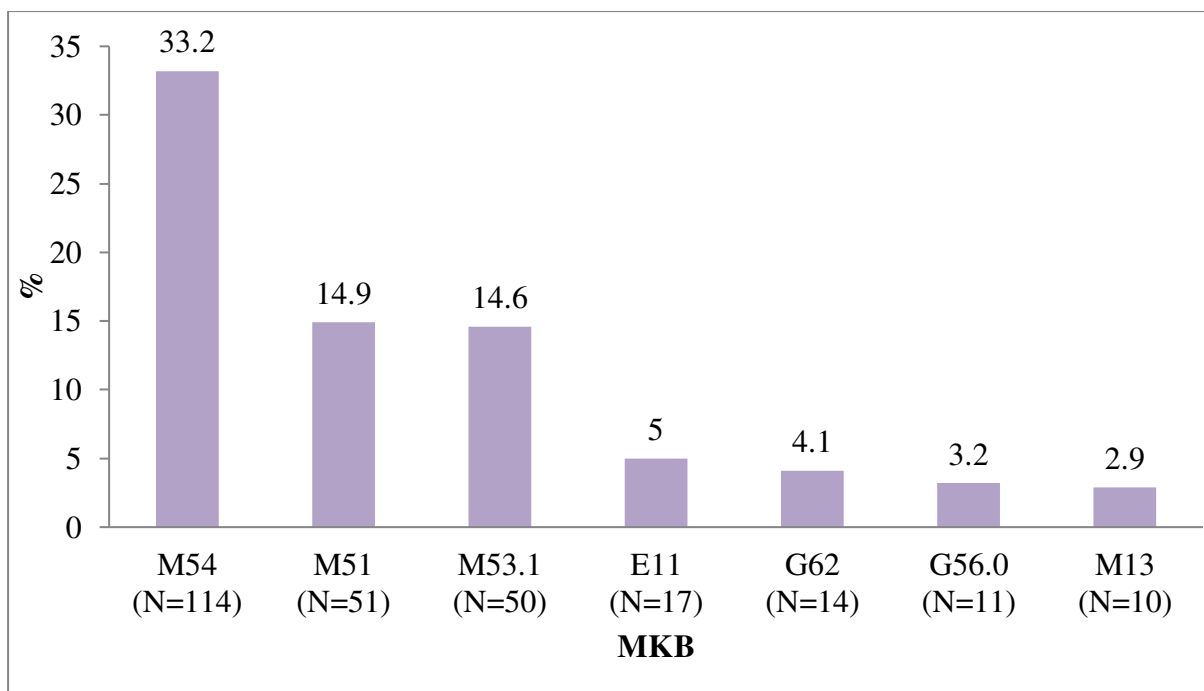
**Slika 7.** Razdioba ispitanika poslanih na pretragu u odnosu na liječnika (specijalist; liječnik obiteljske medicine) koji ih je uputio na pretragu ( $\chi^2=4,9;p=0,027$ )

Liječnik specijalist uputio je ukupno 151 ispitanika na elektromioneurografsku pretragu. U tablici 3. prikazan je broj upućenih ispitanika koje je određeni specijalist uputio na pretragu. Među njima, najveći broj na pretragu su uputili neurolozi. Osim navedenog, od ukupnog broja ispitanika pretragu je ranije radilo 67 (19,5%). Na ponovljenu pretragu, nalaz s prethodne donijelo je 32 (48%) ispitanika.

**Tablica 3.** Podjela ispitanika prema specijalistima koji su ih uputili na pretragu

| Specijalist         | Broj upućenih ispitanika, N=151, (%) |
|---------------------|--------------------------------------|
| Neurolog            | 65 (43)                              |
| Fizijatar           | 38 (25,2)                            |
| Reumatolog          | 15 (9,9)                             |
| Ortoped             | 13 (8,6)                             |
| Neurokirurg         | 8 (5,3)                              |
| Ostali specijalisti | 12 (7,9)                             |

Ukupni broj dijagnoza zbog kojih su pacijenti bili upućeni na elektromioneurografsku pretragu je 43. Od ukupnog broja, njih 7 bile su najčešće i zbog njih je upućeno 267 ispitanika na pretragu. Sve ostale dijagnoze (N=36) javile su se u 76 ispitanika. U prosjeku bi to bila dva ispitanika po dijagnozi. Na slici 8. prikazana je podjela ispitanika prema najčešćim dijagnozama zabilježene prema Međunarodnoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih stanja (Deseta revizija) (36).



**Slika 8.** Podjela ispitanika (N=267) prema najčešćim dijagnozama (N=7) zbog kojih su upućeni na pretragu. M54 – Bol u leđima (*Dorsalgia*), M51 – Druge bolesti intervertebralnog diska (*Morbi discorum intervertebraliu alii*), M53.1 – Cervikobrahijalni sindrom (*Syndroma cervicobrachialis*), E11 – Dijabetes melitus neovisan o inzulinu (*Diabetes mellitus ab insulino independens*), G62 – Ostale polineuropatije (*Polyneuropathiae aliae*), G56.0 – Sindrom karpalnog tunela (*Syndroma canalis carpalis*), M13 – drugi artritis (*Arthritis alia*).

Usporedbom dobivene razdiobe najčešćih dijagnoza (N=7) u ispitanika s očekivanom uniformnom razdiobom (N=38,14), možemo zaključiti da postoji statistički značajna razlika između stvarne raspodjele dijagnoza i očekivane uniformne razdiobe među ispitanicima ( $\chi^2=226; p<0,001$ ). Najčešća dijagnoza zbog koje su pacijenti bili upućeni na elektromioneurografsku pretragu je bol u leđima (M54) koja je 2,23 puta češća nego druge bolesti intervertebralnog diska (M51); 2,27 puta češća nego cervikobrahijalni sindrom (M53.1); 6,64 puta češća nego dijabetes melitus neovisan o inzulinu (E11); 8,1 puta češća nego ostale polineuropatije (G62); 10,38 puta češća nego sindrom karpalnog tunela (G56.0); 11,45 puta češća nego drugi artritis (M13).



## **5. RASPRAVA**

Elektromioneurografija se već desetljećima koristi za procjenu pacijenata sa sumnjom neuromuskularnih bolesti. Većina stručnjaka smatra da je ova metoda, analizirajući fiziološka i patofiziološka stanja živčanog i mišićnog sustava, neprocjenjiva u otkrivanju poremećaja. Međutim, taj elektrodijagnostički test povećava troškove zdravstvene skrbi i može biti neugodan za pacijenta (37). Zbog navedenog, važno je istaknuti da se optimalna i ispravna upotreba te metode zasniva na odgovarajućoj evaluaciji pacijenta, njegove povijesti bolesti i kompletnog kliničkog pregleda. Liječnici koji upućuju pacijente na pretragu trebali bi imati određena pitanja na koja im ova pretraga može, svojim rezultatima, odgovoriti, ali bi trebali biti u potpunosti upoznati s njenim ograničenjima. Ako nema adekvatnih simptoma, a povijest bolesti je upitna, ponovna klinička procjena ili daljnje savjetovanje sa specijalistima, mogli bi biti bolji od provođenja testiranja (1). Cilj je ovog istraživanja proučiti opravdanost indikacija i najčešći poremećaj zbog kojih su pacijenti poslani na pretragu te utvrditi specijalnost liječnika koji ih upućuju. U radu su se analizirali dob pacijenata te dolaze li isti s pripadajućom medicinskom dokumentacijom.

U razdoblju od 1.2.2023. do 31.3.2023. analizirano je 343 pacijenta podvrgnutih elektromioneurografskoj pretrazi u Klinici na neurologiju Kliničkog bolničkog centra Split. U istraživanju je sudjelovalo 224 (65%) žene i 119 (35%) muškaraca. Medijan životne dobi je 60 godina (min-maks:18-85). Iz ispitivane skupine na pretragu su 1,3 puta manje uputili liječnici specijalisti u odnosu na liječnike obiteljske medicine. Od ukupnog broja pacijenata, njih 192 (56%) uputili su liječnici obiteljske medicine, dok su 151 (44%) uputili liječnici specijalisti. U radu su istraživani najčešći specijalisti koji upućuju pacijente na pretragu i to su bili: neurolozi, fizijatri, reumatolozi, ortopedi i neurokirurzi. Od navedenih specijalista, neurolozi su uputili najveći broj pacijenata (43%).

S obzirom na istaknutu važnost anamneze i prethodno napravljenog kliničkog pregleda, u diplomskom radu analizirao se broj pacijenata koji dolazi na pretragu s pripadajućom medicinskom dokumentacijom potrebnom za što potpunije i ispravnije iskorištavanje mogućnosti koje pretraga nudi. Nažalost, dokazana je statistički značajna razlika u donošenju medicinske dokumentacije te je 1,6 puta više pacijenata bez dokumentacije u odnosu na pacijente s medicinskom dokumentacijom. Od ukupnog broja ispitanika, pretragu je već ranije u životu radilo njih 67, a samo 48% tih pacijenata je na ponovnu pretragu donijelo nalaz s prethodne.

Zbog širokog raspona indikacija za elektromioneurografsku pretragu često su liste čekanja u Klinici za neurologiju Kliničkog bolničkog centra Split duge. Jedan od glavnih ciljeva ovog diplomskog rada utvrditi je opravdanost indikacija. U dvomjesečnom razdoblju ukupan broj dijagnoza zbog kojih su pacijenti upućeni je 43. Od 43 dijagnoze, 7 najčešćih među njima bile su indikacije za 267 ispitanika. Ostalih 36 dijagnoza, zbog kojih su preostalih 76 pacijenata bili poslani na pretragu, nisu statistički značajne. Najčešćih sedam dijagnoza bili su: bol u leđima (M54), druge bolesti intervertebralnog diska (M51), cervikobrahijalni sindrom (M53.1), dijabetes melitus neovisan o inzulinu (E11), ostale polineuropatije (G62), sindrom karpalnog tunela (G56.0) i drugi artritis (M13) (36). Među navedenim, najčešća je dijagnoza bol u leđima zbog koje je upućeno 114 (33%) ispitanika. Bol u leđima može imati različite uzroke kao što su mišićna napetost, hernijacija diska, osteoartritis, upalni procesi... U većini slučajeva dijagnoza se može postaviti na temelju detaljne anamneze, kliničkog pregleda i slikovnih pretraga, a elektromioneurografija bi se rijetko trebala koristiti kao početna dijagnostička metoda. Međutim, u situacijama kada se sumnja na patologiju živca ili mišića kao uzrok boli, elektromioneurografija je preporučena pretraga. Na temelju neuroloških simptoma kao što su bol, žarenje u leđima, parestezije, slabost mišića, oslabljeni refleksi i kliničkog statusa koji ukazuje na neuromuskularni poremećaj, bol u leđima opravdana je indikacija za elektromioneurografsku pretragu. Bol u leđima može biti povezana s radikulopatijama, kao i druge bolesti inervertebralnog diska. Degenerativne promjene kralježnice i hernijacija diska najčešći su uzroci nastanka radikulopatija koja je opravdana indikacija za elektrodijagnostičko ispitivanje dermatomske distribucije boli i miotomskog poremećaja. Za otkrivanje abnormalnosti i točnu lokalizaciju lezije kod mišićnog poremećaja, preporučuje se ispitivanje dovoljnog broja proksimalnih, distalnih i paraspinalnih mišića (38). Cervikobrahijalni sindrom, kao treća najčešća indikacija, primjer je radikulopatije te je, zbog već opisanog, opravdana indikacija. Postoje brojni razlozi nastanka polineuropatija, a elektromioneurografija može potvrditi poremećaj živčanih vlakana te odrediti vrstu zahvaćenih živčanih vlakana (senzorna, motorička ili obje), isključiti bolesti drugih neuromuskularnih stanja, identificirati temeljni patofiziološki proces (aksonalni ili demijelinizirajući poremećaj) i utvrditi anatomsku distribuciju zahvaćenosti živca. Nadalje, ponovljena elektromioneurografska pretraga može pratiti moguće pogoršanje ili poboljšanje polineuropatije kao i odgovor na terapijske intervencije (39). Zbog navedenog, polineuropatija je opravdana indikacija. Jedna od komplikacija šećerne bolesti je oštećenje živca. Najčešći je oblik oštećenja kronična, simetrična, senzomotorička polineuropatija. Ostali oblici su: autonomna neuropatija, pleksopatije, radikulopatije, mononeuropatije. Klinički se očituju

parestezijama, boli, osobito u stopalima i prstima (40). Elektromioneurografija pomaže u dijagnostici nabrojanih poremećaja, njihovom razlikovanju od drugih mogućih uzoraka kao i praćenju bolesti. Sindrom karpalnog tunela najčešća je kompresivna mononeuropatija koja rezultira ishemijom i mehaničkim oštećenjem živčanih vlakana. To rezultira usporenom brzinom provođenja akcijskog potencijala koji se elektromioneurografski dokazuje (41). Artritis nije izravna indikacija za elektromioneurografiju, ali provođenje pretrage može se razmotriti u situacijama kada postoji sumnja na pridružene neurološke komplikacije poput kompresije živca ili miopatije. Iako je prethodno navedeno da su bol u leđima (M54), druge bolesti intervertebralnog diska (M51) i cervikobrahijalni sindrom (M53.1) opravdane indikacije, bilo bi poželjno da liječnici obiteljske medicine prije propisivanja elektromioneurografije, pacijenta upute specijalistu neurologu ili fizijatru. Ti liječnici bi na ovaj način, svojom užom specijalnošću, iskustvom i detaljnim kliničkim pregledom, mogli poštedjeti pacijente moguće nepotrebne i djelomično invazivne pretrage, smanjiti trošak zdravstvenog sustava i liste čekanja.

U dostupnoj literaturi dvije studije istraživale su indikacije za elektromioneurografiju, njihovu opravdanost i specijalnost liječnika koji pacijente upućuju na pretragu. U prvoj retrospektivnoj studiji koja je rađena u neurorehabilitacijskom centru u Nigeriji (Ibadan) u razdoblju od travanja 2014. do prosinca 2016. na pretragu je upućeno 60 pacijenata sa sumnjom na neuromuskularne bolesti (42). U istraživanju je sudjelovalo 32 muškarca i 28 žena. Medijan životne dobi bio je 45,9 (min-maks; 11-77). Od ukupnog broja ispitanika, na pretragu su njih 47 (71,7%) uputili specijalisti neurologije, 8 (13,3%) ortopedski kirurzi, a preostalih 9 (15%) pacijenata uputili su ostali specijalisti, uključujući i liječnike obiteljske medicine. Poremećaji perifernih živaca bili su najčešća indikacija za pretragu. Kronična polineuropatija bila je vodeća među dijagnozama s 10 (16,7%) upućenih pacijenata. Ostali značajni poremećaji bili su cervikalna radikulopatija s 4 (6,7%) i brahijalna plexopatija s 3 (5%) upućenih pacijenata. Sedam (11,7%) pacijenata prilikom dolaska na pretragu nije imalo radnu dijagnozu (42). Druga studija istraživala je pacijente koji su bili podvrgnuti elektromioneurografskoj pretrazi u dva elektrodijagnostička laboratorija u Italiji (Siena) u razdoblju od 3. 1. 2011. do 30. 1. 2011. (43). U istraživanje su uključeni samo pacijenti koji su prvi put radili pretragu, dok su oni koji su ranije bili podvrgnuti, kao i oni koji su zbog pravnih svrha morali ići na pretragu, isključeni. Ukupno je 1 586 pacijenata prvi put bilo na elektromioneurografiji, od čega je bilo 933 žene i 653 muškarca. Njihov je medijan životne dobi 56 (min-maks;15–101). Liječnici obiteljske medicine uputili su 1 050 (66,2%) pacijenata, dok su specijalisti uputili njih 536 (33,8%).

Najčešći specijalisti koji su uputili pacijente bili su: ortopedi (10,8%), neurolozi (7,1%), reumatolozi (4,2%), neurokirurzi (3,4%), liječnici medicine rada (2,6%), fizijatri (1,7%), dijabetolozi (1,2%). Najčešća dijagnoza zbog koje su pacijenti bili upućeni na pretragu je sindrom karpalnog tunela (33,7%). Ostale statistički značajne dijagnoze bile su: radikulopatija donjih ekstremiteta (14,3%), radikulopatija gornjih ekstremiteta (4,5%), polineuropatija (4,5%), ulnarna neuropatija (2,3%), neuropatija donjih ekstremiteta (1,8%), neuropatija gornjih ekstremiteta (1,8%), miopatija (1%). Bez uputne dijagnoze pretrazi su podvrgnuta 553 (34,9%) pacijenta. U toj studiji dokazana je razlika između liječnika obiteljske medicine i specijalista koji na pretragu upućuju. Uputna dijagnoza bila je ispravnija kada su na pretragu ispitanike poslali specijalisti, osobito kada uputna dijagnoza nije bila sindrom karpalnog tunela. Dijagnoza, osobito ona koju su postavili liječnici obiteljske medicine, nije potvrđena u 35% napravljenih elektromioneurografija, a kompletniji i pažljiviji klinički pregled mogao je izbjeći pretragu u 21% pacijenata (43). Obje navedene studije istraživale su podatke prikupljene duži vremenski period od našeg istraživanja. U usporedbi s našim istraživanjem, studija u Nigeriji imala je manji ukupni broj pacijenata, a studija u Italiji imala je veći broj pacijenata te su bili isključeni pacijenti koji su ranije u životu bili podvrgnuti pretrazi (42, 43). U našoj studiji bilo je 1,8 puta više žena nego muškaraca, u Italiji 1,5 puta više žena u odnosu na muškarce, dok je u studiji u Nigeriji bilo 1,1 puta više muškaraca. Medijan životne dobi pacijenata bio je najveći u ovom istraživanju (60 godina), a najmanji u istraživanju u Nigeriji (45,9 godina) (42). U našoj studiji kao i studiji provedenoj u Italiji liječnici obiteljske medicine uputili su najveći broj pacijenata na pretragu, a razlikuju se prema najčešćem specijalisti koji je pretragu tražio (43). U našoj studiji najviše pacijenata uputili su neurolozi, dok su u Italiji to bili ortopedi. Za razliku od navedenih, studija u Nigeriji pokazala je da su specijalisti neurologije uputili najveći postotak pacijenata, a puno manji dio liječnici obiteljske medicine (42). U našoj studiji fizijatri su uputili puno veći broj pacijenata na pretragu te su bili drugi najčešći specijalisti, dok su u navedene dvije studije ortopedi i neurolozi bili dva najčešća specijalista. Polineuropatija je bila najčešća indikacija u studiji u Nigeriji (16,7%), dok je u Italiji (4,5%) i našoj studiji (4,1%) bila zastupljena u manjem, ali sličnom postotku (42, 43). U Italiji najveći broj pacijenata bili su upućeni sa sumnjom na sindrom karpalnog tunela (33,7%), dok je u našoj studiji navedena dijagnoza bila puno rjeđa indikacija (3,2%) (43). Bol u leđima, kao najčešća indikacija ovog istraživanja, nije se prikazala u druge dvije studije. Radikulopatija je bila na drugom mjestu indikacija u dostupnim istraživanjima, a u našoj studiji radikulopatija kao indikacija uočava se kroz tri najčešće dijagnoze zbog kojih su pacijenti upućeni (bol u leđima, ostale bolesti intervertebralnog diska, cervikobrahijalni sindrom).

## **6. ZAKLJUČCI**

- Indikacije zbog kojih su pacijenti upućeni na elektromioneurografiju su opravdane. Njihov je raspon širok te to doprinosi dugim listama čekanja za pretragu.
- Najčešći poremećaj koji je utvrđen kod pacijenata koji dolaze na pretragu je bol u leđima.
- Liječnici obiteljske medicine najčešće upućuju pacijente na elektromioneurografiju.
- Medijan životne dobi pacijenata je 60 godina.
- Veći broj pacijenata pri dolasku na pretragu ne donosi potrebnu medicinsku dokumentaciju.

## **7. LITERATURA**



1. Barboi AC, Barkhaus PE. Electrodiagnostic testing in neuromuscular disorders. *Neurol Clin.* 2004;22:619–41.
2. Smith BE. What good is EMG to the patient and practitioner? *Semin Neurol.* 2003;23:335–42.
3. Rubin DI. Needle electromyography: basic concepts and patterns of abnormalities. *Neurol Clin.* 2012;30:429–56.
4. Jušić A. Klinička elektromioneurografija i neuromuskularne bolesti. Zagreb: JUMENA; 1981.
5. Rubin DI. Needle electromyography: Basic concepts. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:243–56.
6. Guyton AC, Hall JE. *Medicinska fiziologija.* 13. izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. str. 84-95.
7. Whittaker RG. The fundamentals of electromyography. *Pract Neurol.* 2012;12:187–94.
8. Daube JR, Rubin DI. Needle electromyography. *Muscle Nerve.* 2009;39:244–70.
9. Tankisi H, Burke D, Cui L, de Carvalho M, Kuwabara S, Nandedkar SD, i sur. Standards of instrumentation of EMG. *Clin Neurophysiol.* 2020;131:243–58.
10. Barkhaus PE. *Electronic Myoanatomic Atlas for Clinical Electromyography* [Internet]. Siumed.edu. [citirano 6. svibnja 2023]. Dostupno na: <https://www.siumed.edu/sites/default/files/202111/Muscle%20anatomy%20for%20EMG.pdf>
11. Stålberg E, van Dijk H, Falck B, Kimura J, Neuwirth C, Pitt M, i sur. Standards for quantification of EMG and neurography. *Clin Neurophysiol.* 2019;130:1688–729.
12. Rubin DI. Normal and abnormal spontaneous activity. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:257–79.
13. Mitsikostas DD, Karandreas N, Coutsopetras P, Piperos P, Lygidakis C, Papageorgiou C. Fasciculation potentials in healthy people. *Muscle Nerve.* 1998;21:533–5.
14. Rubin DI. Normal and abnormal voluntary activity. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:281–301.

15. Brinar V, i sur. Neurologija za medicinare. Drugo izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2019. str. 133-35.
16. Finsterer J. EMG-interference pattern analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11:231–46.
17. O'Bryan R, Kincaid J. Nerve conduction studies: Basic concepts and patterns of abnormalities. *Neurol Clin.* 2021;39:897–917.
18. Choi JM, Di Maria G. Electrodiagnostic testing for disorders of peripheral nerves. *Clin Geriatr Med.* 2021;37:209–21.
19. Krmpotić-Nemanić J, Marušić A. Anatomija čovjeka. Drugo izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2007. 475 str.
20. Battista AF, Lusskin R. The anatomy and physiology of the peripheral nerve. *Foot Ankle.* 1986;7:65–70.
21. Jones LK Jr. Nerve conduction studies: basic concepts and patterns of abnormalities. *Neurol Clin.* 2012;30:405–27.
22. Tavee J. Nerve conduction studies: Basic concepts. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:217–24.
23. Wilbourn AJ. Sensory nerve conduction studies. *J Clin Neurophysiol.* 1994;11:584–601.
24. Sorenson E. Sensory nerve action potentials. U: Daube JR, Rubin DI, urednici. *Clinical neurophysiology.* Treće izdanje. Oxford: Oxford University Press; 2009. str. 239–56.
25. Valls-Sole J, Leote J, Pereira P. Antidromic vs orthodromic sensory median nerve conduction studies. *Clin Neurophysiol Pract.* 2016;1:18–25.
26. van Dijk JG. “Rules of conduct”: some practical guidelines for testing motor-nerve conduction. *Arch Physiol Biochem.* 2000;108:229–47.
27. Sorenson E. Sensory nerve action potentials. U: Daube JR, Rubin DI, urednici. *Clinical neurophysiology.* Treće izdanje. Oxford: Oxford University Press; 2009. str. 327–63.
28. Chaudhry V, Glass JD, Griffin JW. Wallerian degeneration in peripheral nerve disease. *Neurol Clin.* 1992;10:613–27.

29. Referral indications for primary care providers [Internet]. Aanem.org. [citirano 6. lipnja 2023.]. Dostupno na: [https://www.aanem.org/docs/default-source/documents/aanem/practice/aanem-2019-referral-indications-for-electrodiagnostic-testing\\_clean\\_1-\(1\).pdf?sfvrsn=665fb91d\\_1](https://www.aanem.org/docs/default-source/documents/aanem/practice/aanem-2019-referral-indications-for-electrodiagnostic-testing_clean_1-(1).pdf?sfvrsn=665fb91d_1)
30. The Royal Australian College of general Practitioners. Nerve conduction studies [Internet]. Australian Family Physician. The Royal Australian College of General Practitioners;2012[citirano 6. lipnja 2023.]. Dostupno na: <https://www.racgp.org.au/afp/2011/september/nerve-conduction-studies>
31. Aanem.org. [citirano 6. lipnja 2023]. Dostupno na: <http://www.aanem.org/getmedia/50f4dd83-835c-46cb-a832-930851440e9e/risksinEDX.pdf.aspx>
32. Al-Shekhlee A, Shapiro BE, Preston DC. Iatrogenic complications and risks of nerve conduction studies and needle electromyography. *Muscle Nerve*. 2003;27:517–26.
33. Yoon B-N, Ahn S-W, Kim J-E, Seok JM, Kim K-K, Kwon K-H, i sur. Potential risks of nerve conduction studies and needle electromyography. *Ann Clin Neurophysiol*. 2018;20:66.
34. Schoeck AP, Mellion ML, Gilchrist JM, Christian FV. Safety of nerve conduction studies in patients with implanted cardiac devices. *Muscle Nerve*. 2007;35:521–4.
35. Preston DC, Shapiro BE. Electrical safety and iatrogenic complications of electrodiagnostic studies. In: *Electromyography and Neuromuscular Disorders*. Elsevier; 2013. str. 614–24.
36. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Međunarodna klasifikacija bolesti i srodnih zdravstvenih problema – deseta revizija. Drugo izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2012.
37. So YT. The value of electromyography: toward an evidence-based use of electrodiagnostic testing. *Muscle Nerve*. 2009;40:171–2.
38. Li J-M, Tavee J. Electrodiagnosis of radiculopathy. *Handb Clin Neurol*. 2019;161:305–16.
39. Vazquez Do Campo R. Electrodiagnostic assessment of polyneuropathy. *Neurol Clin*. 2021;39:1015–34.

40. Gylfadottir SS, Weerachoenkul D, Andersen ST, Niruthisard S, Suwanwalaikorn S, Jensen TS. Painful and non-painful diabetic polyneuropathy: Clinical characteristics and diagnostic issues. *J Diabetes Investig.* 2019;10:1148–57.
41. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2011;44:597–607.
42. Adebayo PB, Taiwo FT, Owolabi MO. EMG indications and findings in a sub-Saharan African neurorehabilitation center. *Clin Neurophysiol Pract.* 2018;3:99–103.
43. Mondelli M, Aretini A, Greco G. Requests of electrodiagnostic testing: consistency and agreement of referral diagnosis. What is changed in a primary outpatient EMG lab 16 years later? *Neurol Sci.* 2014;35:669–75.

## **8. SAŽETAK**

**Cilj istraživanja:** Cilj rada bio je istražiti opravdanost indikacija, odrediti najčešći poremećaj zbog kojih su pacijenti poslani na elektromioneurografiju, utvrditi specijalnost liječnika koji ih upućuju i dolaze li pacijenti s pripadajućom medicinskom dokumentacijom.

**Ispitanici i metode:** Ovo istraživanje provedeno je u Klinici za neurologiju Kliničkog bolničkog centra Split u razdoblju od 1. 2. 2023. do 31. 3. 2023. Studija je uključivala 343 pacijenta. Prikupljeni podatci uključivali su spol, dob, dijagnozu zbog koje se pacijenti dolaze na pretragu, liječnika koji ih je uputio, informaciju donose li pacijenti pripadajuću medicinsku dokumentaciju.

**Rezultati:** Ukupan broj ispitanika bio je 343. U radu je dokazana statistički značajna razlika u spolu ispitanika ( $\chi^2=32$ ;  $p<0,001$ ), bilo je 224 (65%) žene i 119 (35%) muškaraca. Medijan životne dobi iznosio je 60 godina (min-maks:18-85), a žene i muškarci nisu se statistički razlikovali prema dobi ( $Z=0,046$ ;  $p=0,963$ ). Dokazana je i statistički značajna razlika u posjedovanju medicinske dokumentacije ( $\chi^2=21$ ;  $p<0,001$ ) te je bilo 1,6 puta više onih bez dokumentacije u odnosu na one s medicinskom dokumentacijom. Liječnici obiteljske medicine na pretragu su uputili 192 (56%) pacijenta, dok su specijalisti uputili njih 151 (44%) ( $\chi^2=4,9$ ;  $p=0,027$ ). Među specijalistima, neurolozi su na pretragu uputili najveći broj pacijenata (43%). Ukupno su bile 43 različite dijagnoze zbog kojih su pacijenti bili poslani na pretragu. Među navedene 43 dijagnoze, njih 7 bile su najčešće i zbog njih je upućeno 267 ispitanika na pretragu i sve su opravdana indikacija. Najčešća dijagnoza zbog koje su pacijenti bili upućeni na pretragu bila je bol u leđima (M54).

**Zaključci:** Indikacije zbog kojih su pacijenti poslani na elektromioneurografiju opravdane su, a njihov široki raspon doprinosi dugim listama čekanja. Najčešći poremećaj zbog kojeg su pacijenti upućeni na pretragu je bol u leđima. Liječnici obiteljske medicine uputili su najveći broj pacijenata na pretragu, a veći dio njih pri dolasku ne donosi potrebu medicinsku dokumentaciju.

## **9. SUMMARY**

**Diploma thesis title:** Indications for electromyoneurography at University Hospital of Split

**Aim of the study:** Aim of the study was to research the justification of indications, determine the most common disorder for which the patients were sent to electromyoneurography, determine the specialty of the referring doctors and do the patients bring appropriate medical documentation.

**Subjects and methods:** This study was conducted in the Department of the neurology at University Hospital of Split in the period from 1.2.2023 to 31.3.2023. Study involved 343 patients. The collected data included gender, age, the diagnosis for which the patients come for the examination and information on whether the patients have the appropriate medical documentation with them.

**Results:** There were a total of 343 patients. Research has proven a statistically significant difference involving gender of the patients ( $\chi^2=32$ ;  $p<0,001$ ) as there were 224 (65%) women and 119 (35%) men. The median age was 60 years (min-max:18-85), and women and men did not differ statistically by age ( $Z=0,046$ ;  $p=0,963$ ). The study also proves a statistically significant difference regarding the possession of the appropriate medical documentation ( $\chi^2=21$ ;  $p<0,001$ ) since there were 1.6 times more of those without the documentation compared to those with medical documentation. General practitioners referred 192 (56%) patients for examination, while specialists referred 151 (44%) patients ( $\chi^2=4,9$ ;  $p=0,027$ ). Amongst those specialists, neurologists referred the largest number of patients for examination (43%). There were a total of 43 diagnoses for which the patients were sent for examination. Among those 43 diagnoses, 7 of them were the most common, and because of them, 267 patients were referred for examination. All indications justified the examination. The most common diagnosis for which the patients were referred for examination was back pain (M54).

**Conclusions:** The indications for which the patients were sent for electromyoneurography were justified, and their wide range contributes to long waiting lists. The most common diagnosis for which the patients were referred for examination was back pain. General practitioners referred the largest number of patients for examination, and most of them did not bring the necessary medical documentation upon their arrival.