

# ELEKTROMIONEUROGRAFIJA (EMNG) DIJAGNOSTIČKA METODA U PROCJENI STANJA MIŠIĆA I ŽIVACA U POTVRDI NEUROLOŠKE PATOLOGIJE

MIRJANA BERKOVIĆ-ŠUBIĆ, mag. physioth.<sup>1</sup>, GILBERT HOFMANN, mag. physioth.<sup>2</sup>,  
SANDRA CVETKOVIĆ GLAZER, dr.med.<sup>3</sup>, KATA JURIC ABRAMOVIĆ, mag. physioth.<sup>4</sup>,  
DAMIR RADIŠIĆ, mag. physioth.<sup>5</sup>, BISERKA VUZEM, mag. physioth.<sup>6</sup>,  
ŽELJKA KOPJAR, mag. physioth.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Dom zdravlja Zagrebačke županije, Gajeva 37, Samobor, Hrvatska;

<sup>2</sup> „Lječilište Veli Lošinj“, Podjavori 27, Veli Lošinj, Hrvatska;

<sup>3</sup> KBC „Sestre milosrdnice“ Zagreb, Hrvatska;

<sup>4</sup> Klinika za dječje bolesti Zagreb, Hrvatska;

<sup>5</sup> Centar za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju KB Dubrava, Zagreb, Hrvatska;

<sup>6</sup> Biserka Vuzem, mag. physioth., Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Krapinske Toplice, Hrvatska;

<sup>7</sup> Županijska bolnica Čakovec, Hrvatska

## Sažetak

**UVOD:** Kako bi se potvrdilo postojanje mišićne ili neurološke nefunkcionalnosti potrebno je provesti dijagnostičko ispitivanje koje će biti usmjereno na te elemente.

Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi mogućnosti i korisnost elektromioneurografije kao elektrofiziološke metode za potvrđivanje neuromišićne patologije.

**MATERIJALI I METODE:** Članak se temelji na pretraživanju znanstvenih radova PubMed baze podataka objavljenih u razdoblju od posljednjih deset godina. Radovi su ekstrahirani pomoću ključnih riječi: elektrodijagnostika, elektromioneurografija, neuromišićna oboljenja, neuromišićne abnormalnosti, transdermalna primjena i njihovih kombinacija.

**REZULTATI:** Kod postojanja odstupanja od fiziološkog funkcioniranja neuromišićnog sustava od posebne je važnosti što ranije elektrodijagnostički potvrditi ili nalazom dokazati nepostojanje određene patologije kako bi se što ranije započelo s adekvatnim liječenjem. Nakon određenog vremenskog razdoblja u kojem je primjenjivan ciljani terapijski postupak pratimo napredak koji također potvrđujemo elektromioneurografskim nalazom. Primjena istraživanja provodi se pomoću iglenih - insercijskih elektroda ili pomoću površinske primjene - perkutanih elektroda.

## Zaključak

U ovom istraživačkom radu opravdana je vjerodostojnost EMNG kao dijagnostičke metode. Brzim napretkom tehnologije unaprjeđuju se i metode ispitivanja mišića i

živaca. Razvoj višekanalnih bežičnih EMG sustava donosi velike prednosti u budućim istraživanjima u terapijskim uvjetima.

**Ključne riječi:** elektromioneurografija, neurološka patologija, elektrodijagnostika, neuromišićne abnormalnosti

## ELECTROMYONEUROGRAPHY (EMG) DIAGNOSTIC METHOD IN EVALUATION SHEET MUSCLES AND NERVS IN THE CERTIFICATE OF NEUROLOGICAL PATHOLOGIES

<sup>1</sup> Health Centre Zagreb County - Samobor Offices

<sup>2</sup> Health resort Veli Lošinj „Veli Lošinj, Croatia,

<sup>3</sup> Clinical Hospital Centre „Sestre milosrdnice“ Zagreb, Croatia,

<sup>4</sup> Children's Hospital Zagreb, Croatia,

<sup>5</sup> Department of physical therapy and rehabilitation, University hospital Dubrava, Zagreb, Croatia,

<sup>6</sup> Special Hospital for Medical Rehabilitation Krapinske Toplice, Croatia,

<sup>7</sup> County Hospital Čakovec, Croatia

## Abstract

**INTRODUCTION:** In order to determine the existence of muscular or neurological non-functionality it is necessary to conduct a diagnostic test which will be focused on these elements.

The purpose of this study was to determine the possibility and usefulness of electromyoneurography as an electrophysiological method to confirm neuromuscular pathology.

**MATERIALS AND METHODS:** The article is based on a literature search of the PubMed database of papers published in the last ten years. Papers were extracted using keywords: electrodiagnostics, electromyoneurography, neuromuscular diseases, neuromuscular abnormalities, transdermal administration and their combinations.

**RESULTS:** With the existence of deviations from the physiological functioning of the neuromuscular system it is of special importance, as early as possible, to confirm prove the absence of a certain pathology to start adequate treatment as early as possible. After a certain period of time in which the target therapeutic procedure was administered, progress is followed, which is also confirmed by electromyoneurography findings. The application of the research is carried out by needle – insertional electrodes or by surface application of percutaneous electrodes.

**CONCLUSION:** The credibility of EMNG as a diagnostic method is justified in this research. With the rapid advancement of technology methods to test the muscles and nerves are being improved. The development of the multi-channel wireless EMG system brings great benefits in future research in therapeutic terms.

**KEYWORDS:** electromyoneurography, neurological pathologies, electrodiagnostics, neuromuscular abnormalities

## Uvod

Oštećenja živaca nastaju kao posljedica raznih patoloških stanja koja dugoročno djeluju na živčanu strukturu ili su nastala akutnom ozljedom. Uzroci uključuju na prvom mjestu mišićno-koštane ozljede, degenerativne promjene, spinalnu stenozu, hernijaciju kralježničnog diska, te razne druge patologije. Od posebne je važnosti pravovremeno postavljanje dijagnoze sukladno zadanim smjernicama (1,2). Neurološki simptomi mogu biti ispitani u odnosu na spinalne korijene, korijene živca, cijelog pleksusa ili obrasce perifernih živaca. Neurološka procjena uključuje provjeru mišićne mase, snage, tonusa, ispitivanja osjetne funkcije kao i funkcije tetivnih refleksa. Zbog pritiska na korijen spinalnog živca javljaju se periferni simptomi koji imaju svoju projekciju duž zahvaćenog živca u vidu trnaca, smetnji senzibiliteta ili motornih ispada.

Kako bismo imali relevantne podatke o nastalim oštećenjima provodi se elektrofiziološka metoda koja se naziva elektromioneurografija (EMNG). Klinička EMNG je elektrodijagnostička metoda kojom se ispituje i registrira električna aktivnost mišića i živaca. Vrlo je važna komplementarna metoda. Sastoji se od dva dijela: elektromiografije

i elektroneurografije. Brzina provodljivosti osjetnih i motornih živaca, te kvaliteta njihova odgovora ispituje se neurografijom. Elektromiografija (EMG) u kliničkom značenju registrira električne aktivnosti unutar mišića. Mjeri električnu aktivnost u stanju mirovanja i tijekom kontrakcije, te koliko brzo i koliko dobro živac prenosi/ šalje te signale. Provodi se s ciljem dobivanja informacija o motornoj jedinici. Bioelektrična aktivnost motornih jedinica kod voljne kontrakcije prati se u stvarnom vremenu, a prenosi se na računalni zaslon - registrira se slušno i vidno, prikazuje razliku potencijala nastalih aktivnošću jedne ili više motornih jedinica.

## Materijali i metode

Za potrebe ovog rada pregledani su objavljeni znanstveni radovi u PubMed bazi podataka. Prilikom pretraživanja koristili su se filteri: članci objavljeni u zadnjih 10 godina, klinička istraživanja, pregledni radovi, meta-analize i slobodno dostupni radovi. Korištene su ključne riječi: elektrodijagnostika, elektromioneurografija, elektromiografija, neuromišićne bolesti, neuropatije, neurološka patologija i neuromišićne abnormalnosti kao i njihove kombinacije. Odabrani znanstveni radovi odnose se na dijagnostičku potvrdu određenog stanja neuromišićnog sustava.

## Rezultati

Pronađena su 23 znanstvena rada koji govore o zadanoj temi: 2 smjernice neuroloških udruga, 2 pregledna rada, 3 manuskripta, 2 prikaza slučaja, 3 izvorna znanstvena rada, 9 istraživačkih radova, 1 doktorska disertacija i 1 case-control studija. Krajnji rezultat EMNG pretrage je klinički nalaz. On nam daje uvid u disfunkciju živaca, mišića, problem s prijenosom signala sa živca na mišić, veličinu oštećenja, visinu segmenta nastalog oštećenja, eventualnu reinervaciju, odnosno da li se oštećenje pogoršava ili poboljšava, kako nepravilni oblici opterećenja i bol djeluju na mišićnu koordinaciju u hodu (3,4). Nalaz nam također daje uvid u rezultate poboljšanja nastalih uslijed različitih vrsta treninga (5).

Primjena EMNG: Ispitivanje se može provoditi kod svih dobnih skupinama. Prilikom primjene EMNG-a kod djece potrebna je prisutnost jednog roditelja. Mišićni ili živčani akcijski potencijali mogu se snimati preko iglenih ili površinskih malih elektroda koje se koriste za prijenos i detekciju signala od ispitanika do uređaja. Sterilna iglena elektroda izravno se uvodi u određeni mišić kako bi zabilježila određenu električnu aktivnost u tom mišiću. Potencijal koji nastaje za vrijeme voljne mišićne kontrakcije je rezultanta aktivnosti mišićnih vlakana. Što je kontrakcija snažnija aktivira se veći broj mišićnih jedinica. U "mirovanju"- stanju potpune mišićne relaksacije normalni EMG ne prikazuje električnu aktivnost i vlada „električna tišina“. Na EMG zaslonu prikazana je ravna izoelektrična linija, a izostaju i zvučni signali. Ukoliko se u mirovanju mišića registrira električna aktivnost koja ima frekvenciju manju od 4 Hz govorimo o spontanju aktivnosti.

Spontanu aktivnost možemo registrirati samo iglenom elektrodom, jer se iglena elektroda može uvesti u relaksirani mišić ( za razliku od perkutane elektrode) pri čemu dolazi do podraživanja mišićnih vlakana i pojave spontanog potencijala - insercijske aktivnosti koja je kratkog trajanja i ne označava patologiju.

Denervirano mišićno vlakno reagira na podražaj patološkim izbijanjem ( spontanom aktivnošću u obliku fibrilacija, pozitivnih denervacijskih valova, dipleta, tripleta, multipleta, fascikulacija, miokimija, krampa, miotonih izbijanja, neuromiotonih izbijanja, kompleksnih repetitivna izbijanja).

Elektroneurografija uključuje ispitivanja brzine motorne i senzorne provodljivosti živaca. Za pretragu se koriste dvije perkutane elektrode, stimulacijska i registracijska.

Stimulacijom se izazove direktni mišićni odgovor (M potencijal) na dva mjesta na živcu, te se formulom:  $s=v/t$  put kroz vrijeme izmjeri brzina. Mjerna jedinica je m/s. Kod mjerenja brzine motorne provodljivosti važna nam je i distalna latenca koja nam označava vrijeme koje je potrebno da se stimulacijom izazove M potencijal - mjeri se u cm /ms.

Brzina senzorne provodljivosti također se mjeri sa dvije perkutane elektrode formulom  $s=v/t$ , u m/s, a amplituda neuralnog potencijala ( N potencijal) mjeri se u mikrovoltima ( $\mu V$ ) ( 6,7).

Primjena iglene metode u dijagnostičke svrhe za ispitnika je bolna ali vjerodostojnija, za razliku od površinske primjene. Kod provođenja ispitivanja ispitanik leži u supiniranom položaju, ekstremiteta oslobođenih od odjeće. Tijekom postupka ispitanik treba aktivirati odnosno opustiti određene mišiće. Dijagnostički postupak traje 30 do 45 minuta.

Površinska primjena EMG koristi površinske elektrode koje snimaju preko kože, a mjere snagu i brzinu signala koji se izmjenjuju između dvije ili više točaka, predstavlja bezbolnu pretragu (8). Prema preporukama koje je definirala Američka udruga neurološke i elektrodijagnostičke medicine iz 2008. i 2012. godine pravovaljana je metoda za utvrđivanje postojanja neuro-mišićnih bolesti i pouzdano utvrđivanje neurogenih oštećenja kroničnog oblika, dok kod oštećenja čije trajanje je kraće od tri tjedna potreban je oprez (2).

Primjena površinskih elektroda (u kliničkoj praksi) daje manje pouzdane rezultate pretrage, nije moguće ispitati duboko smještene mišiće ili ako su mišići smješteni u slojevima ne prepoznaje točno određeni mišić te je to negativna strana ove pretrage. Također površinskim elektrodama ne možemo registrirati patološke potencijale koji potvrđuju sigurnu patologiju, također ne registriraju denervacijske potencijale koji predstavljaju narušenu vezu živca i mišića, kao ni sitne spontane aktivnosti - fibrilacije (koje mogu predstavljati svježe neurogeno oštećenje).

Razlika između perkutane i iglene primjene uočava se u prikazu spontane aktivnosti koja se kod iglene primjene može registrirati u mirovanju u vidu fibrilacija, pozitivnih denervacijskih valova, a ukazuje nam na akutno oštećenje. Perkutanim elektrodama ne možemo registrirati spontanu aktivnost (6,7).

Pozitivna strana ove neinvazivne pretrage je što se njome obuhvate i oni mišići koje bismo izostavili zbog zahtjevne i bolne iglene primjene. Područje iz kojeg se signal registrira je veće pa omogućava registraciju aktivnosti koja nije moguća kod iglene primjene (9). Razvojem tehnologije ova metoda primjene ima sve veću preciznost.

Korisnost EMNG: rano otkrivanje nekih nasljednih i nenasljednih polineuropatija koje u početnim stadijima nemaju neke izražene simptome, važna je u diferencijalnoj dijagnostici gdje se utvrđuje da li je oštećenje živčanog korijena nastalo uslijed pritiska diskusa ili je uzrok neuropatija (10,11,12,13,14,15). Od posebne je značajnosti u dijagnostičkoj obradi oboljelih od neuro-mišićnih bolesti, kod akutne slabosti u rukama i nogama, gdje je sumnja na Gillyan Barreov sindrom - kao najčešći slučaj akutne flakcidne paralize kod djece (16). Suverena je metoda za dijagnostiku miastenije gravis (17). Elektrofiziološki dokazi sada se prihvaćaju kao dijagnostička sigurnost za potvrdu amiotrofične lateralne skleroze -ALS (18).

Analizom akcijskih mišićnih potencijala moguće je jasno razgraničenje simptoma koji su posljedica miopatije ili je oštećenje mišića nastalo uslijed oštećenja živca (19,20,21,22). Ispitivanje vodljivosti živaca može koristiti za predviđanje rizika razvoja simptoma kompresije karpalnog tunela kod asimptomatskih pacijenata, a također može se i predvidjeti ishod kirurških dekompresija. Elektrodijagnostička procjena je važna kod bolesnika s radikalnim ozljedama živaca kao i kod kompresijskog sindroma n. medianusa kako bi se osigurao odgovarajući tretman - konzervativan ili kirurški izbor liječenja (22).

Prednost EMNG kliničke dijagnostičke metode je što prikazuje razliku neurogenih od miogenih oštećenja. Kod bolesti živaca prikazuje fibrilaciju - denervirana mišićna vlakna, polifaziju - desinkronizaciju, porast i proširenje potencijala. Kod bolesti mišića prikazuje smanjenje trajanja mišićne kontrakcije i smanjenje amplitude.

Aktivnost motornih jedinica zabilježena u mišićima donjih ekstremiteta razlikuje se kod zdravih i bolesnih ispitanika mjerena u bezbolnom razdoblju nakon križbolje (9). Što se tiče svojstava aktivnosti mišića leđa, istraživanja površinskom elektromiografijom (EMG) pokazala su razlike u obrascu aktivacije mišića (23). Sama provodljivost živca daje nam još pouzdaniji podatak da li u podlozi imamo neuropatiju ili je problem druge etiologije.

Glavna uloga elektrodijagnostike u potvrdi dijagnoze je isključiti neuromuskularna stanja koja mogu svojom pojavom oponašati izgled miopatije, a osigurati EMG dokaze o prisutnosti miopatije kada ona stvarno postoji.

Nedostaci metode: Dijagnostička pouzdanost EMNG je niska za utvrđivanje miopatije kod djece (15). Osobe s izrazitim sindromima boli mogu registrirati više boli tijekom

ispitivanja od drugih. Kliničari i istraživači moraju shvatiti da pacijenti mogu imati više boli nego što priznaju (24). Razvoj boli kod pacijenata s fibromialgijom (FM) tijekom stresnog ispitivanja može biti posljedica aktiviranja nekoliko stresom povezanih fizioloških sustava (25).

## Zaključak

U ovom istraživačkom radu postignuta je svrha istraživanja - ekstrahirani radovi potvrđuju značaj i vjerodostojnost EMNG kao elektrodijagnostičke metode u potvrdi neuromišićne patologije. Svakodnevni napredak tehnologije i brzi razvoj biomedicinskih i tehničkih znanosti omogućuju razvoj novih i kvalitetnijih sustava za procjenu neuromišićne kontrole. Znanstvenici iz raznih polja znanosti udružuju svoja znanja i time doprinose napretku, bržem lakšem, kvalitetnijem i bezbolnijem dijagnostici-ranju raznih oboljenja.

## Litertura

- Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, Mannion AF, Reis S, Staal JB, Ursin H, Zanoli G. European guidelines for the managements of chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal* 2006;15(2):192-300.
- American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine (AANEM) <http://www.aanem.org/Practice/Guidelines-and-Performance-Measures> Pristupljeno 17. svibnja 2016.
- Jones SL, Hitt JR, DeSarno MJ, Henry SM. Individuals with non-specific low back pain in an active episode demonstrate temporally altered torque responses and direction-specific enhanced muscle activity following unexpected balance perturbations. *Experimental Brain Research*. 2012;221(4):413-426.
- van den Hoorn W, Hodges PW, van Dieën JH, Hug F. Effect of acute noxious stimulation to the leg or back on muscle synergies during walking. *Journal of Neurophysiology*. 2015; 113(1):244-254.
- Trošt Bobić T. Ipsilateralni i kontralateralni učinci treninga jakosti i ravnoteže na živčano-mišićnu funkciju i motoričku kontrolu tjelesno aktivnih osoba. Kineziološki fakultet u Zagrebu. Doktorski rad 2012.
- Preston C.D. Common upper extremity neuropathies in the EMG laboratorij. 53rd Annual Meeting. American Academy of Neurology. 2001:1-32.
- Perić Z.Ž. Klinička elektromiografija. Drugo dopunjeno izdanje. DIGP "Prosveta" – Niš: Medicinski fakultet Niš. 2003:25-40,45-46.
- Okubo Y, Kaneoka K, Imai A, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, Miyakawa S. Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010;40(11):743-750.
- Lisiński P, Huber J, Ciesielska J, Lipiec J, Kulczyk A, Bandosz A, Żukiewicz-Sobczak W, Mojs E, Samborski W. A new concept for evaluating muscle function in the lower extremities in cases of low back pain syndrome in anamnesis. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2014; 21(2): 375–381.
- Chen SF, Tsai NW, Chang CC, Lu CH, Huang CR, Chuang YC, Chang WN. Neuromuscular abnormality and autonomic dysfunction in patients with cerebrotendinous xanthomatosis. *Bio Med Central Neurology*. 2011;11:63.
- Hoogstins CE, Becker SJ, Ring D. Contralateral electrodiagnosis in patients with abnormal median distal sensory latency. *Hand (N Y)*. 2013;8(4):434-438.
- Schreiber O, Schneiderat P, Kress W, Rautenstrauss B, Senderek J, Schoser B, Walter MC. Facioscapulohumeral muscular dystrophy and Charcot-Marie-Tooth neuropathy 1A - evidence for "double trouble" overlapping syndromes. *Bio Med Central Medical Genetics*. 2013;14:92.
- Flor-de-Lima F, Macedo L, Taipa R, Melo-Pires M, Rodrigues ML. Hereditary neuropathy with liability to pressure palsy: a recurrent and bilateral foot drop case report. *Case Reports The Journal of Pediatrics*. 2013;2013:230541.
- Watari R, Sartor CD, Picon AP, Butugan MK, Amorim CF, Ortega NR, Sacco IC. Effect of diabetic neuropathy severity classified by a fuzzy model in muscle dynamics during gait. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2014;11:11.
- Komur M, Okuyaz C, Makharoblidze K. Consistency between referral diagnosis and post-ENMG diagnosis in children. *Journal of the Pakistan Medical Association*. 2014;64(2): 179-183.
- Lopez-Esteban P, Gallego I, Gil-Ferrer V. Electrodiagnostic criteria for childhood Guillain-Barre syndrome. Eight years' experience. *Revista de Neurologia*. 2013;56(5):275-282.
- Shi L, Liu HF, Zhang M, Guo YP, Song B, Song CD, Song DD, Xu YM. Determination of the normative values of the masseter muscle by single-fiber electromyography in myasthenia gravis patients. *International Journal of Clinical Experimental Medicine*. 2015;8(10):19424-9.
- Joyce NC, Carter GT. Electrodiagnosis in Amyotrophic Lateral Sclerosis. Published in final edited form as: *PM R*. 2013 May ; 5(50): 89–95.
- Garces-Sanchez M, Laughlin RS, Dyck PJ, Engelstad JK, Norell JE, Dyck PJ. Painless diabetic motor neuropathy: a variant of diabetic lumbosacral radiculoplexus Neuropathy? *Annals of Neurology*. 2011;69(6):1043-54.
- Paganoni S, Amato A. Electrodiagnostic evaluation of myopathies. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2013;24(1):193-207.
- Allen MD, Major B, Kimpinski K, Doherty TJ, Rice CL. Skeletal muscle morphology and contractile function in relation to muscle denervation in diabetic neuropathy. *Journal of Applied Physiology (1985)*. 2014;116(5):545-52.
- Basiri K, Katirji B. Practical approach to electrodiagnosis of the carpal tunnel syndrome: A review. *Advanced Biomedical Research*. 2015;4:50.
- Miura T i Sakuraba K. Properties of Force Output and Spectral EMG in Young Patients with Nonspecific Low Back Pain during Isometric Trunk Extension. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014; 26: 323–329.
- Verson J, Haig AJ, Sandella D, Yamakawa KSJ, London Z, Tomkins-Lane C. Patient perception of pain vs. observed pain behavior during a standardized electrodiagnostic test *Muscle Nerve*. 2015; 51(2): 185–191.
- Westgaard RH, Mork PJ, Lorås HW, Riva R, Lundberg U. Trapezius activity of fibromyalgia patients is enhanced in stressful situations, but is similar to healthy controls in a quiet naturalistic setting: a case-control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2013;14:97.