

## APPLICATION OF ELECTROMYOGRAPHY IN CLINICAL NEUROLOGY <sup>2</sup>

---

**Assoc. Prof. Neli Petrova, MD, PhD**

Department of Medical and Clinical Diagnostic Activities,

University of Ruse, Bulgaria

General and Vascular Neurology Ward, Kaneff University Hospital – Ruse

Phone: +359 888 793 906

E-mail: nspetrova@uni-ruse.bg

**Abstract:** *Electromyography (EMG) is a method for studying the bioelectrical activity of muscles, and electroneurography (ENG) - the bioelectric potentials of peripheral nerves caused in response to electrical stimuli. Presents the general principles of the generation of electrical potentials in healthy subjects. EMG can be performed in different muscle conditions - at rest, under tension, in voluntary contraction. EMG / ENG is used in peripheral nervous system injuries, differentiating central and peripheral nervous system injuries, clarifies the topic of damage to the peripheral nervous system - anterior horn, anterior root, plexus, peripheral nerve, neuromuscular synapse or muscle, has prognostic value. The role of the EMG in the diagnosis of neurological diseases is widely recognised and its importance is particularly emphasised in Guillain-Barre syndrome, compression neuropathies, carcinomatous neuromyopathy, neuropathies with systemic vasculitis.*

**Keywords:** *Electromyography, Electroneurography, Electrical Potential, Peripheral Nerve, Neuromuscular Synapse*

**JEL Codes:** *I1-I19*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Електромиографията (ЕМГ) е метод за изследване на биоелектричната активност на мускулите, а електроневрографията (ЕНГ) – на биоелектричните потенциали на периферните нерви, предизвикани в отговор на електрически стимули. Оценява се активността на отделните двигателни единици, включващи мотоневрон заедно с инервирани от неговия аксон мускулни влакна.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

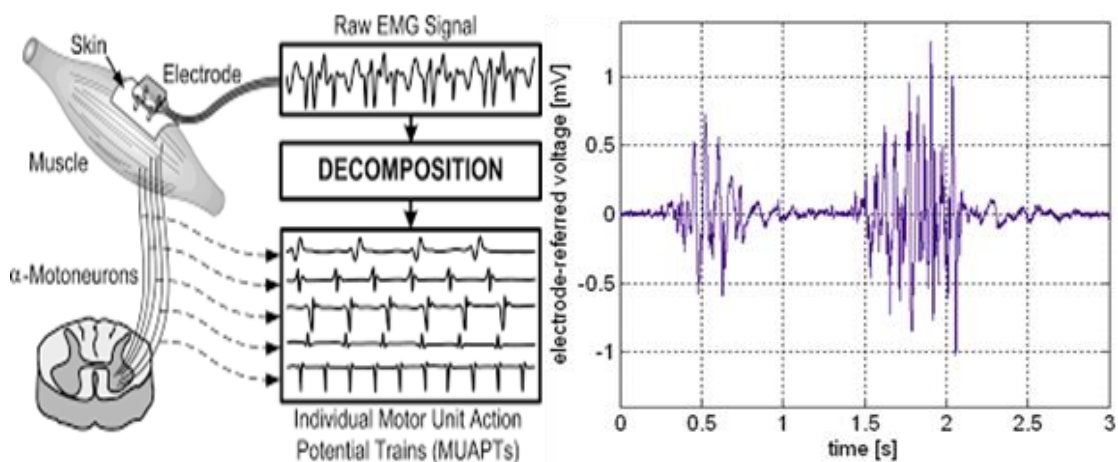
Електромиографията записва и изучава спонтанната и волевата мускулна биоелектрична активност. При волево съкращение на мускула от него се отвежда сумарен мускулен акционен потенциал (МАП) – генериран от моторните единици при активиране. С иглен електрод, поставен в мускула, могат да бъдат отведени акционните потенциали от няколко двигателни единици. След усилване и филтриране те могат да бъдат наблюдавани и анализирани.

При покой от мускула не се отвежда биоелектрична активност. Отвеждането на спонтанна активност (фасцикулационни, фибрилационни потенциали и остри положителни вълни) е признак на патология. Фасцикулационният потенциал има конфигурацията на МАП, но настъпва спонтанно и е свързан с видима контракция на мускулните влакна. Той е свързан с видима фасцикулация – произволно, спонтанно потрепване на група мускулни влакна или двигателна единица. Повтарящата се активност от множество съседни фасцикулационни потенциали може да предизвика вълнообразно движение на мускула. Фасцикулацията е белег на повишена възбудимост или дразнене на двигателните влакна. Фибрилационният потенциал е акционният потенциал на единично мускулно влакно, който може да възникне спонтанно или след движение на игления електрод. Получава се при денервация на мускула и преходна нестабилност, (Leis, A., 2000; Milanov I., 2019).

---

<sup>2</sup> The research paper was presented on November 13, 2020 at the Medical and Clinical Diagnostic Activities Section of the 2020 Online Scientific Conference co-organized by University of Ruse and Union of Scientists - Ruse. Its original title in Bulgarian is: „ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОМИОГРАФИЯТА В КЛИНИЧНАТА НЕВРОЛОГИЯ“.

При волево съкращение на мускула от него се отвеждат МАП. Техните параметри (продължителност, амплитуда и фази) се анализират при леко мускулно съкращение и зависят от мускула и възрастта на болния. Нормалната електрическа активност, записана при максимално волево съкращение, се нарича интерферентен патерн (фиг.1).



**Фиг. 1.** Нормална ЕМГ – регистриране на две краткотрайни мускулни съкращения

Нервната проводимост се изследва чрез електростимулация на периферните нерви – електроневрография (ЕНГ). Електрическият ток с определени параметри се подава върху кожата чрез стимулиращ електрод. Стимулацията на нервите се извършва в зоните, в които нервът е разположен най-повърхностно под кожата. Записват се:

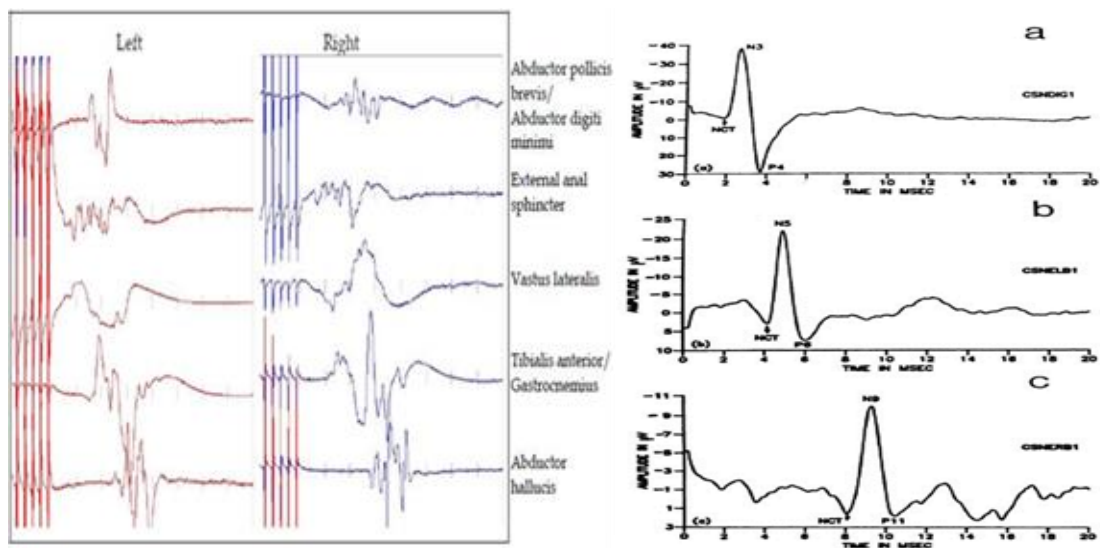
- ✓ сумарни моторни акционни потенциали (СМАП) – получават се от мускула чрез еднократна супрамаксимална електростимулация на неговия двигателен нерв;
- ✓ сетивни нервни акционни потенциали (СНАП) – отвеждат се от сетивен или смесен нерв; при субмаксимална интензивност на електростимулацията, която изборно активира сетивните влакна на нерва (фиг.2);
- ✓ сетивна скорост на провеждане - при стимулация на нерва в една проксимална и една дистална точка по неговия ход.

Нормалната скорост на провеждане по двигателните влакна е различна за всеки изследван нерв. Тя е по-висока в горните крайници (над 50 m/sec) и по-ниска в долните (над 40 m/sec). Забавянето на скоростта на провеждане е признак на сегментна демиелинизация на нерва.

Освен единична електростимулация на периферен нерв се използва и повтаряща се супрамаксимална стимулация на нерва. Тази техника се използва за изследване на нервно-мускулното предаване. Диагностичната стойност се повишава при прилагане на простигимinov фармакологичен тест, който се очаква да подобри медиацията.

Треморограмата отчита треморната активност от двойка мускули антагонисти на засегнатия крайник. Анализират се патернът, честотата, амплитудата и продължителността. Наличието на алтернираща или синхронна активност има важно диагностично значение за диференциране на различните видове тремори: паркинсонов, есенциален, рубрален, усилен физиологичен.

Провеждането на електромиография/електроневрография се извършва с апарат Електромиограф (фиг.3), чието предназначение е да усили, точно да възпроизведе формата на отведения биологичен сигнал и да го анализира. Съвременните апарати за електромиография работят с множество входни канала, записват потенциали в обхвата от 5 $\mu$ V до 25 mV, при обхват на честота от 2 Hz до 20 kHz.



Фиг. 2. Електронеурография – СМАП, СНАП

За отвеждане на биологичния сигнал се използват отвеждащи електроди, които се поставят върху източника на този сигнал - нерв или мускул. Сигналят е от порядъка на микроволти до десетки милivolта и е необходимо да бъде усилен. За отстраняване на паразитните компоненти, сигналят се преобразува чрез високочестотни и нискочестотни филтри. Така филтрираният сигнал се възпроизвежда от високоговорител за слухова обратна връзка и се подава на входа на аналогово-цифров преобразувател (АЦП). След това се обработва от микроконтролера, анализира се програмно в персоналния компютър и се визуализира на монитор.

Високоговорителят дава възможност за слухов контрол на сигнала относно неговата форма и се използва като индикатор за добър контакт “електрод – мускул”, (Petrova N., 2019).



Фиг. 3. Електромиограф – провеждане на изследване

Отвеждането на биоелектричната активност на мускулите при волево движение или при стимулация на моторния нерв се извършва със специални електроди. Те са два вида: повърхностни и иглени. ЕМГ електродите имат два полюса – активен и референтен. Изводите от тези два полюса се подават на входа на диференциалния усилвател. В зависимост от приложението им отвежданията се разделят на два основни вида – монополярни и биполярни. При монополярното отвеждане активният полюс се поставя върху мускула, а референтният - далеч от този източник, обикновено върху сухожилие. При биполярното отвеждане и двата полюса се поставят върху генератора на сигнал - мускулните или нервни влакна.

## ОСНОВНИ ОБЛАСТИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ В КЛИНИЧНАТА ПРАКТИКА:

Електромиографията / електроневрографията се прилага:

- ✓ при увреждания на периферната нервна система като диференцира уврежданията на централната от тези на периферната нервна система;
- ✓ изяснява топиката на увреждане на периферната нервна система – предногогова, преднокоренчева, плексусна, перифернонервна, (Kolev P., 2012; Tsao, B.E., 2014);
- ✓ дава ценна информация при увреда на нервно-мускулния синапс – чрез репетитивна нервна стимулация при миастенни синдроми и получаване на намаляващ отговор, (Engel, A.G., 2005);
- ✓ електромиография на единично мускулно влакно (Single-fiber ЕМГ) – при това изследване в мускула се въвеждат много малки иглени електроди, за да се установи как се съкращават единични мускулни влакна – подпомага диагностиката при миастения;
- ✓ при първична мускулна увреда – установява се намаляване на територията на двигателните единици при миопатии и миозити;
- ✓ уточняване формата на увреда на периферните нерви – сегментна демиелинизация, аксонна дегенерация или най-често като комбинация, (Gordon, P.H., 2001; Herskowitz, S., 2010);
- ✓ при дегенеративни заболявания на нервната система за уточняване вида на тремора – болест на Паркинсон, есенциален тремор, рубрален, малкомозъчен, усилен физиологичен;
- ✓ има прогностична стойност – при различните клинични изяви на остра и хронична възпалителна полиневропатия тип Guillain-Barré; травматични, хипоксични, дисметаболични поражения на отделни черепно-мозъчни и гръбначно-мозъчни нерви и плексуси, (Bromberg, M.B., 2012; Wilbourn, A.J., 2003).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клиничната електромиография е основен неврофизиологичен метод на изследване в неврологичната практика. Тя остава „златен стандарт“ при поражения на периферната нервна система. ЕМГ позволява да бъдат установени предногогови, преднокоренчеви и периферно-стволови нервни увреди, блокиране в предаването на нервно-мускулния синапс или първична мускулна увреда, (Milanov I., 2013); обективизирането и диференцирането на различни видове тремори.

С развитието на новите компютърни системи и телемедицината чрез създаване на обща мрежа за обмен на обработените резултати по електронен път може да се осъществяват консултации между отделните специалисти-неврофизиолози и експерти от специализирани клиники и центрове по отношение по-нататъшно лечение и необходими допълнителни изследвания.

## REFERENCES

Bromberg, M.B., Brownell, A.A., (2012). Role of elektrodiagnosis in the evaluation of peripheral neuropathies. In: Textbook of peripheral neuropathy. Donofrio, P.D., ed., New York, Demos Medical Publishing, 2012, 117-129.

Engel, A.G., (2005). Diseases of the neuromuscular junction. In: Peripheral Neuropathy. Dyck, P.J., Thomas, P.K., eds., Philadelphia, Elsevier Inc., 2005, 831-867.

Gordon, P.H., Wilbourn, A.J., (2001). Early electrodiagnostic findings in Guillain-Barré syndrome. Arch Neurol. 2001 Jun; 58(6), 913-7.

Herskowitz, S., Scelsa, S.N., Schaumburg, H.H., (2010). Peripheral neuropathies in clinical practice. Oxford, Oxford University Press, Inc., 2010, 382.

Kolev P., Milanov I., (2012), Clinical neurophysiology. Neurology. Milanov I., edited, Sofia, Medicine and Physical Education, 321-335 (**Оригинално заглавие:** Колев П., Миланов И., (2012), *Клинична неврофизиология. Неврология. Миланов И., под редакция, София, Медицина и физкултура, 321-335*).

Leis, A. Arturo, Trapani, Vicente C., (2000). Atlas of Electromyography. Oxford, Oxford University Press, Inc., 2000, 41-58.

Milanov, I., (2019). Clinical electromyography. Medicine and Physical Education, Sofia, 846 (**Оригинално заглавие:** Миланов, И., (2019), *Клинична електромиография. Медицина и физкултура, София, 846*).

Milanov I., (2013). Acquired neuropathy. Sofia, Medicine and Physical Education; 17-30 (**Оригинално заглавие:** Миланов И., (2013), *Придобити невропатии. София, Медицина и физкултура, 17-30*).

Petrova N., Zaharieva K., Atanasova T., (2019). "Neurological diseases", 17-20 (**Оригинално заглавие:** Петрова Н., Захариева К., Атанасова Т., (2019) „Неврологични заболявания“, 17-20).

Tsao, B.E., Ferrante, M.A., Wilbourn, A.J., Shields, R.W., (2014). Electrodiagnostic features of true neurogenic thoracic outlet syndrome. Muscle Nerve. 2014 May; 49(5), 724-7.

Wilbourn, A.J., (2003). The electrodiagnostic examination with peripheral nerve injuries. Clin Plast Surg. 2003 Apr; 30(2), 139-54.