

## KINEZIOLŠKA ELEKTROMIOGRAFIJA TRBUŠNIH I LEDNIH MIŠIĆA

Dr sc. Ana Bobinac-Georgievski

### KINESIOLOGIC ELECTROMYOGRAPHY OF THE ABDOMINAL AND THE DORSAL MUSCLES

#### Summary

Electromyography (EMG) with surface electrodes and POLGON (polarized light goniometry) are electrodiagnostical methods making it possible to record electrokinesiologic activity of the muscles. Kinesiologic EMG gives an objective picture of myoelectric activity during a movement or while maintaining a position of the body. The abdominal and dorsal muscles have shown different variations of myoelectric activity in healthy test subjects. The activity of the smooth abdominal muscle is very low in the activities of everyday life, while the oblique abdominal muscles are more often activated and so are the extensor muscles of the back. The activity of the m. sacrospinalis in healthy test subjects when bending or stooping and straightening — returning to the erect posture — show a typical bifurcate pattern with lower amplitudes of myoelectric activity on bending and higher activities on straightening up, while in the maximally bent (stooped) position the muscle is completely relaxed.

In patients with low back pain inhibition of the normal function of the muscle has been observed and antalgic activity registered. Thus low back pain becomes accessible to objective kinesiologic study.

Antalgic activity becomes manifest in the EMG pattern by continuous myoelectric activity with higher amplitudes on bending (stooping) and reduced amplitudes on straightening, while in the maximally bent position no relaxation is achieved.

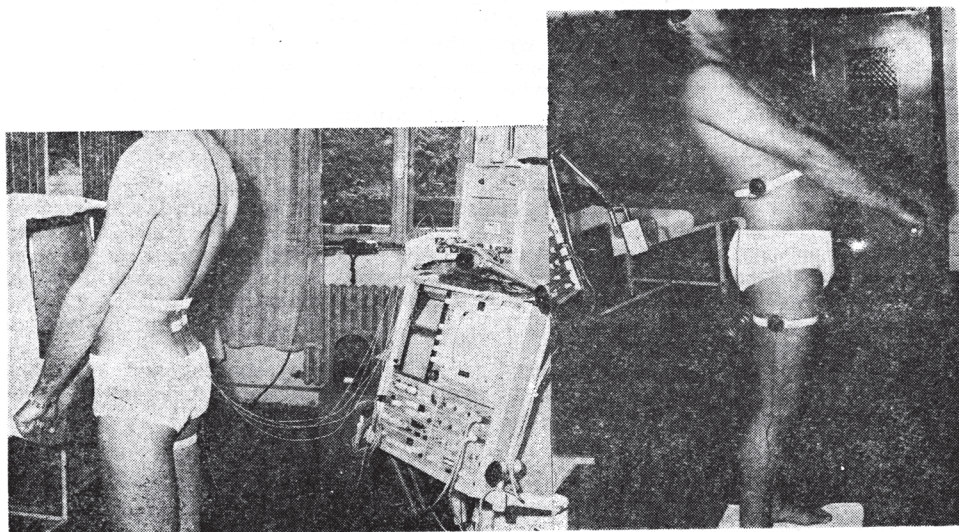
Kinesiologic EMG gives an insight into activation and relaxation of individual muscles during exercises and at rest.

Kinesiologic EMG has found its application in the programming and following of kinesiotherapeutic procedures and in the evaluation of functional damage or injury to the locomotor system.

Elektromiografija (EMG) standardna je elektrodijagnostička metoda za analizu mišićne aktivnosti, a kao kineziološka metoda primjenjuje se za praćenje mišićne aktivnosti pri pokretu ili pri održavanju položaja tijela (1, 2, 3). EMG uzorak čine oscilacije akcijskih potencijala oko izoelektrične linije, a gustoća oscilacija raste s porastom broja motornih jedinica koje se istodobno kontrahiraju (prostorna sumacija) i s porastom frekvencije sukcesivnih izbijanja pojedinih motornih jedinica (vremenska sumacija). Prosječna amplituda integriranog površinskog EMG uzorka u linearnoj je korelaciji sa snagom izometričke kontrakcije (14). Mioelektrična aktivnost mišića u različitim fazama pokreta pojačava se ili smanjuje, a u nekim položajima i posve prestaje.

Mišići trupa, trbušni i leđni, aktiviraju se trima tipovima kontrakcije: izometrički, izotonički i miješano izometričko-izotonički. Za promatranje kineziolo-

loške aktivnosti površinskih mišića trupa najprikladnije su disk elektrode od srebrnog klorida, koje se učvršćuju na prethodno dobro očišćenu kožu. Primjenjuje se bipolarna tehnika snimanja, a elektrode se postavljaju na udaljenosti od 3 do 4 cm poviše mišićnog trbuha. Kožni otpor između elektroda treba iznositi manje od 5000 oma. Za praćenje aktivnosti mišića u dubljim slojevima upotrebljavaju se vrlo tanke žičane elektrode. Istodobno se prati aktivnost više mišića (2 do 8), sinergista i antagonista na simetričnim dijelovima tijela, ovisno o tehničkim mogućnostima snimanja. Radi jasnijeg uočavanja uzroka aktivacije i relaksacije promatranih mišića, uz EMG snimanje neophodno je potrebno registrirati i pokret ili trajanje statičke radnje. Pokret se registrira s pomoću elektroda učvršćenih na površini segmenata koje signaliziraju promjenu položaja. Na osciloskopu rezultiraju oscilacije električnog traga, a daljnja obrada omogućuje grafičko prikazivanje krivulje kutova segmenata u pokretu. Elektronsko snimanje kutova između segmenata pri gibanju naziva se elektrogoniometrija, a jedna od metoda snimanja jest POLGON (»polarized light goniometry«) (5). U tehnici POLGON elektrode za snimanje pokreta jesu fotosenzori, osjetljivi na polarizacijsko svjetlo. Pokreti se snimaju obasjavanjem fotosenzora, tj. detekcijskih elektroda na segmentima u gibanju s polarizacijskim svjetlom (slika 1). EMG i POLGON snimanje omogućuju grafički prikaz više mišića i pokreta zglobova, te rezultiraju polimiogramima i dijagramima kutova.



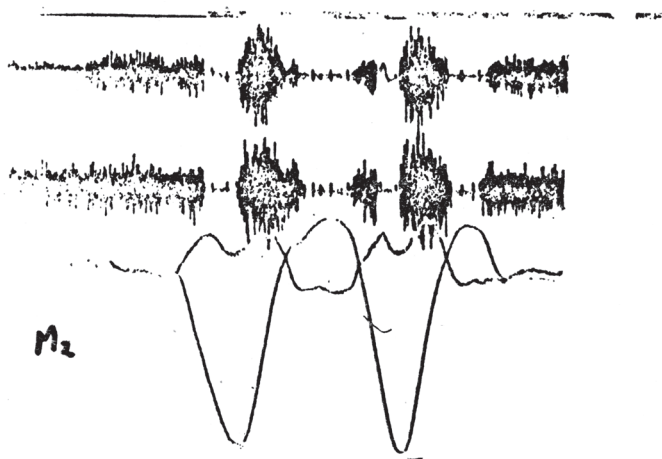
Slika 1.

- Prikaz metodologije elektrokineziološkog ispitivanja lumbalne kralješnice:  
 a) površinske disk elektrode na m. sacrospinalisu za praćenje EMG aktivnosti  
 b) polgon senzori na struku i natkoljenici za snimanje pokreta

U nas je razrađen test za snimanje aktivnosti dvaju mišića, i to desnog i lijevog sakrospinalnog mišića istodobno uz kutove pokreta natkoljenice prema vertikali i trupa prema natkoljenici POLGON tehnikom, za vrijeme gibanja tijela u sagitalnoj ravnini (6). Test smo nazvali elektrokineziološko ispitivanje lumbalne kralješnice, a primjenjuje se za objektivizaciju funkcionalnog pore-



mećaja kralješnice pri bolnim vertebrogenim sindromima. Uzorak EMG aktivnosti sakrospinalnih mišića i uzorak POLGON dijagrama natkoljenice i trupa pokazuju različita odstupanja u bolesnika s bolnim vertebrogenim sindromima u odnosu prema zdravim ispitanicima (slika 2).



Slika 2.

Elektrokineziološki nalaz. Površinski elektromiogram desnog sakrospinalnog mišića u najgornjem redu, a lijevog ispod njega. Polgon dijagram sagitalne gibljivosti lumbosakralne kralješnice je ispod elektromiograma.

Sinusoidna krivulja ocrta gibanje točke smještene na struk tijela (prema dolje je smjer fleksije, tj. sagibanja prema naprijed, a prema gore smjer ekspanzije), a valovita krivulja gibanja točke, tj. fotosenzora učvršćenog na natkoljenici.

Ispitivanja EMG aktivnosti leđnih i trbušnih mišića u kineziologiji potiču od Allena, Floyd i Silvera (7, 8, 9, 10), koji su prvi elektromiografski prikazali aktivnost leđnih i trbušnih mišića pri gibanju u zdravih ispitanika. D. Gros i K. Kobsa (11, 12, 13) primijenili su polimioografsko ispitivanje pri lošem držanju tijela i oštećenjima intervertebralnog diska, te pri provjeri medicinske gimnastike za jačanje abdominalnih i leđnih mišića. Jan Ekholm (14) i suradnici ispitivali su aktivaciju trbušnih mišića za vrijeme fizioterapijskih vježbi. Basmajian (15) ispitivao je terapijski efekt miorelaksatora elektrokineziološkom metodom i pokazao da je bolni kronični sindrom praćen inhibicijom mioelektrične aktivnosti. U našem radu (6) opazili smo porast mioelektrične aktivnosti sakrospinalnog mišića pri sagibanju tijela, a smanjenje aktivnosti pri uspravljanju tijela u sagitalnoj ravnini u bolesnika s križoboljom i ishialgijom u usporedbi s nalazom u zdravih ispitanika. Jayasinghe i suradnici (16) ispitivali su pojavu posturalnog zamora u lumbalnoj regiji kompjutorskom analizom EMG uzorka paralumbalnih mišića i pokazali porast amplitude s vremenom uspravnog stajanja.

Rezultati dosadašnjih ispitivanja čine kineziološku elektromiografiju komplementarnom metodom za objektivnije spoznavanje funkcioniranja kralješnice. Najranija elektromiografska ispitivanja leđnih mišića (7) ukazuju na njihovu aktivnost i za vrijeme fleksije trupa. Floyd i Silver (8, 9, 10) i Pauly (17) potvrdili su aktivnost leđnih mišića uz istodobno izduživanje (ekscentrična kontrak-

cija) za vrijeme fleksije, ali su pokazali i to da je mišićna aktivnost jača za vrijeme uspravljanja, što je potvrdio i Wolf (18). Prethodni autori opisali su i pojavu mišićne relaksacije u položaju maksimalne fleksije trupa. Za vrijeme relaksiranog stajanja registrirana je vrlo niska mišićna aktivnost paralumbalno, koja se mogla ukloniti pomicanjem glave, ramena ili ruku, tj. podešavanjem ravnoteže. Prilikom ekstenzije trupa prema natrag iz uspravnog položaja javlja se kratkotrajna mišićna aktivnost. Gibanje trupa ustranu (laterofleksija) iz uspravnog položaja aktivira leđne mišiće suprotne strane. Ta aktivnost izostaje ako se laterofleksija izvodi u položaju tijela nagnutog prema natrag. Leđni mišići aktiviraju se jače za vrijeme kašljanja ili napinjanja pri stajanju i u maksimalno sagnutom položaju, pri kojem su inače relaksirani. Leđni mišići aktiviraju se ili kao primarni pokretači pokreta ili kao stabilizatori trupa. Prilikom snažnih vježbi najaktivniji je m. spinalis, zatim m. longissimus, a potom m. ileocostalis lumborum. Sva tri mišića aktivna su pri podizanju trupa od podloge iz ležećeg položaja na truhu. Za vrijeme uspravljanja tijela iz sagnutog položaja mišićna aktivnost dubljih paralumbalnih mišića javlja se sa zakašnjenjem, kad je već izvedena gotovo polovica pokreta, te se iz toga zaključuje da lumbalni transverzospinalni mišići ne započinju pokret uspravljanja tijela, već djeluju pretežno kao stabilizatori trupa (17). Prilikom dizanja i nošenja tereta aktivnost leđnih mišića raste s udaljenošću predmeta od linije gravitacije tijela (1).

Aktivnost trbušnih mišića vrlo je niska za vrijeme uspravnog stajanja (1). Iz položaja uspravnog stajanja nije potrebna kontrakcija m. rectus abdominis za izvođenje fleksije trupa. Gravitacija će proizvesti moment sile s obzirom na pokretljivost zglobova kralješnice. M. rectus abdominis aktivirat će se ako je tijelo dorzalno ekstenzirano. M. rectus abdominis nije lako aktivirati u aktivnostima svakodnevnog života i zato je taj mišić slabo treniran (14). Nachmeson (1969) i Rowe (1963) pokazali su povećanu učestalost slabih trbušnih mišića u bolesnika s križoboljom. Kosi trbušni mišići lakše se aktiviraju u dnevnim aktivnostima nego ravni trbušni mišić pri pokretima tijela ustranu. Aktivnost ravnog trbušnog mišića pojačava se prilikom nošenja tereta na leđima, a gotovo nestaje pri nošenju tereta sprijeda i oslanjanju na natkoljenicu (1). Gross i Kobsa (13) pokazali su znatne varijacije unutar normalnog raspona EMG aktivnosti trbušnih i leđnih mišića za vrijeme praćenja uzorka aktivnosti pri 7-minutnom uspravnom stajanju. Uzorci mioelektrične aktivnosti ne pokazuju ovisnost o dobi, spolu i treniranosti, kao ni o načinu držanja tijela. Isti autori nalaze u bolesnika s akutnim oštećenjem intervertebralnog diska porast aktivnosti m. gluteus maximus pri stajanju, a pri ležanju na leđima porast aktivnosti leđnih mišića. Najveću relaksaciju mišića registrirali su u postraničnom položaju tijela u ležanju i uz potporu gornje noge u položaju fleksije u kuku i koljenu. Polimiografsko ispitivanje nekih fizioterapijskih vježbi pokazuje da je jačanje pojedinih mišića leđa najuspješnije u pronacijskom položaju tijela. Za abdominalne mišiće najbolje su asimetrične vježbe, uključujući vježbe u supiniranom položaju tijela s flektiranim nogama u kuku i koljenu, te uz istodobno podizanje glave od podloge. Ravni i kosi trbušni mišići aktiviraju 50% vrijednosti maksimalne izometričke kontrakcije određene s pomoću integriranog EMG-a, prilikom vježbe podizanja tijela iz supiniranog u sjedeći položaj do 45% nagiba tijela. Iste vježbe uz lateralnu rotaciju trupa jako aktiviraju kose trbušne mišiće (14). Prikazana je samo nešto niža mioelektrična aktivnost trbušnih mišića za vrijeme vježbe u supiniranom položaju tijela s flektiranim kukovima i kolje-

nima, uz pružanje otpora sa strane na koljeno, i znatno sniženje aktivnosti pri pružanju otpora na lakat. Autori predlažu tu vježbu kao prikladnu za jačanje trbušnih mišića u bolesnika s križoboljom, budući da se izvodi izometrički i ne mobilizira bolni segment kralježnice.

Kineziološki EMG olakšava objektivniju ocjenu sposobnosti leđnih i trbušnih mišića i objektivnije praćenje njihove aktivnosti. Kineziološki EMG nalazi primjenu u programiranju i praćenju kineziterapijskog postupka i u procjeni funkcionalnog oštećenja lokomotornog sustava.

## LITERATURA

1. Basmajian, J. V.: *Muscles alive: Their functions revealed by electromyography*, 3rd ed. Baltimore, Wilians and Wilkins, 1974.
2. Brunnstrom, S.: *Clinical kinesiology*, 3rd ed., Philadelphia, F. A. Davis, 1972.
3. Jensen, C. R., Schultz, G. W.: *Applied kinesiology, The scientific study of human performance*, New York, McGraw — Hill, 1970.
4. Miliner-Brown, H. S., Stein, R. B.: The relation between the surface electromyogram and muscular force, *J. Physiol.* 246:549, 1975.
5. Grieve, D. W.: A device called Polgon for measurement of the orientation of parts of the body relative to fixed axis, *Proc. Physiol.* 1:70, 1969.
6. Bobinac-Georgievski, A.: Elektrokinziološko ispitivanje kao metoda objektivizacije funkcionalnih poremećaja lumbalne kralježnice, Teza za doktorat znanosti, Medicinski fakultet, Zagreb, 1981.
7. Allen, C. E. L.: Muscle action potential used in the study of dynamic anatomy, *Brit. J. Phys. Med.* 11:66, 1948.
8. Floyd, W. F., Silver, P.: Electromyographic study of patterns of activity of the anterior abdominal wall muscles in man, *J. Anat.* 84:132, 1950.
9. Floyd, W. F., Silver, P.: Function of the erector spinae in flexion of trunk, *Lancet* 1:133, 1951.
10. Floyd, W. F., Silver, P.: The function of the erector spinae muscles in certain movements and postures in man, *J. Physiol.* 129:184, 1955.
11. Gross, D., Kobsa, K.: Polymyographic functional testing of the support and locomotor systems, Disc lesions, Documenta Geigy, Basle, 1981.
12. Gross, D., Kobsa, K.: Polymyographic functional testing of the support and locomotor systems, Strengthening of the abdominal and back muscles, Documenta Geigy, Basle, 1982.
13. Gross, D., Kobsa, K.: Polymyographic functional testing of the support and locomotor systems, Postural defects, Documenta Geigy, Basle, 1982.
14. Ekholm, J., Arborelius, U., Fahlcraants, A., Larson, A-M., Mattsson, G.: Activation of abdominal muscles during some physiotherapeutic exercises, *Scand. J. Rehab. Med.* 11:75, 1979.
15. Basmajian, J. V.: Cyclobenzaprine hydrochloride effect on skeletal muscle spasm in the lumbar region and neck: two double — blind controlled clinical and laboratory studies, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 59:58, 1978.
16. Jayasinghe, W. J., Harding, R. H., Anderson, J. A. D., Sweetman, B. J.: An electromyographic investigation of postural fatigue in low back pain — A preliminary study, *Electromyogr. clin. Neurophysiol.* 18:191, 1978.
17. Pauly, J.: An electromyographic analysis of certain movements and exercise, 1. Some deep muscles of the back, *Anat. Rec.* 155:223, 1966.
18. Wolf, S. L., Basmajian, J. V., Russe, T. C., Kutner, M.: Normative data on low back mobility and activity levels, *Amer J. Phys. Med.* 58:217, 1979.
19. Nachemson, A. L., Lind, M.: Measurement of abdominal and back muscle strength with and without low back pain, *Scand. J. Rehab. Med.* 1:60, 1969.
20. Rowe, M. L.: Preliminary statistical study of low back pain, *J. Occup. Med.* 5:336, 1963.