

# Mjerenje mišićnog umora kod zdravstvenih djelatnika

## Survey of muscle fatigue at health care professionals

Begić Adil, Stričević Jadranka, Haložan David

Fakulteta za zdravstvene vede, Univerza v Mariboru, Žitna ulica 15, 2000 Maribor, Slovenija  
Faculty of Health Sciences, University of Maribor, Žitna ulica 15, 2000 Maribor, Slovenia

### Sažetak

Preopterećenje zdravstvenih djelatnika, koji rade u zdravstvenoj njezi, postaje na radnome mjestu sve češće. Podizanje tereta i rukovanje pacijentima za vrijeme medicinske intervencije uzrokuje dinamička i statička preopterećenja tijela i kralježnice, što je težak fizički rad. Dugotrajno izlaganje preopterećenju može uzrokovati trošenje i oštećenje područja lumbalne kralježnice. Ozljede na radu i muskuloskeletalni poremećaji postaju ozbiljan problem osoblju u zdravstvenoj njezi. U istraživanju smo pokušali procijeniti stupanj vjerojatnosti pojave oštećenja u lumbalnoj kralježnici dobivenim statistikama i određivanjem mišićnog umora. Obavili smo mjerenja EMG-a na mišićima u lumbalnoj kralježnici. Ispitanici na kojima su obavljena mjerenja u suvremenoj ergonomski opremljenoj tvrtki, koja se prvenstveno bavi brigom za starije osobe, bile su ženske osobe EMG aparatom Biomonitor ME6000 finskog proizvođača Mega Electronics Ltd. i MegaWin programskog paketa, uključili smo podatke iz mjernih elektroda i statistički odredili stupanj zamora svakog mišića i mišićne skupine. Rezultati obrađenih mjerenja podijeljeni su u četiri dobne skupine: od 20 do 30 godina, od 31 do 40 godina, od 41 do 50 godina, te zaposlenika u dobi od 51 do 65 godina. Rezultati se odnose na lumbalne mišićne leđa: duboke primarne mišići lijevo (L) i desno (D); mišić donjeg dijela leđa (L i D).

**Glavne riječi:** Elektromiografija • EMG • prednji leđni mišić • dubok primaran mišić • umor mišića.

**Kratki naslov:** Mišićni umor i zdravstveni djelatnici

### Abstract

The overload of health care professionals is becoming more common in the workplace. Lifting loads and handling patients during medical interventions is heavy physical labor and causes dynamic and static overload of the body and spine. Prolonged exposure to overload can cause wear and damage to the lumbar spine. Occupational injuries and musculoskeletal disorders are becoming a serious problem for nursing staff. In the study, we tried to estimate the degree of probability of occurrence of damage in the lumbar spine by the obtained statistics and determination of muscle fatigue. We performed EMG measurements on the muscles in the lumbar spine. Measuring was carried on female subjects in a modern ergonomically equipped company, primarily concerned with the care of the elderly. With the Biomonitor ME6000 EMG, Finnish manufacturer Mega Electronics Ltd., and the MegaWin software package, we included data from the measuring electrodes and statistically determined the degree of muscle fatigue of each muscle and muscle group. The results of the analyzed measurements were divided into four age groups: from 20 to 30 years, from 31 to 40 years, from 41 to 50 years, and 51 to 65 years. Results were given for lumbar back muscles: deep primary muscles left (L) and right (D); lower back muscle (L and D).

**Key words:** Electromyography • EMG • Anterior back muscle • Deep primary muscle • Muscle fatigue.

**Running head:** Muscle fatigue and health professionals

Received at September 19<sup>th</sup> 2019;

Accepted at November 13<sup>th</sup> 2019;

**Autor za korespondenciju/Corresponding author:** David Haložan, Fakulteta za zdravstvene vede, Univerza v Mariboru, Žitna ulica 15, 2000 Maribor, Slovenija • E-mail: david.halozan.um@gmail.com

### Uvod/Introduction

Dnevna opterećenja medicinskog osoblja, posebno medicinskih sestara, uključuju i podizanje tereta (rukovanje pacijentima za vrijeme negovanja i drugom medicinskom i sestriškom opremom), što rezultira velikim dinamičkim i statičkim opterećenjima tijela, no otežava definiranje ovoga rada kao teškog fizičkog rada [1]. Najveći problem opterećenja kralježnice posljedica je nepravilnih metoda dizanja tereta i nagiba u pretklon, što uzrokuje velika opterećenja lumbalnih intervertebralnih ploča i mišićnog tkiva. Stalna i prekomjerna opterećenja povećavaju rizik trajnog oštećenja. Među starijim skupinama medicinske sestre u dobi od 20 do 40 godina posebno su pogođena starija skupina, najčešće izložena poremećajima mišića, a time i smanjenju sposobnosti za rad. Većinu radnog vremena medicinska sestra obavlja poslove u stojećem položaju, s dodatnim

opterećenjem na donjim ekstremitetima, a istodobno se povećava potrošnja energije u odnosu na sjedeći položaj. Stalno radno mjesto obično rezultira čestim bolovima u lumbalnoj kralježnici, što rezultira izometrijskim mišićnim opterećenjem ramenog prstena, nadlaktice, podlaktice i prstiju, kao i donjih udova [2].

Tijekom produljenog izlaganja preopterećenju može doći do trošenja i oštećenja lumbalnog dijela kralježnice, i to je jedan od glavnih problema u javnom zdravstvu [3]. U stojećem položaju postoje i problemi s cirkulacijom krvi, jer krv dugo ostaje u nogama, što uzrokuje oticanje, a time i proširene vene. Istodobno, stojeći položaj znači i dodatno opterećenje kralježnice i posturalnih mišića, što rezultira ubrzanjem metabolizma tijekom provedbe medicinskih intervencija [2].

Ozljede na radu, osobito muskuloskeletni poremećaji, postaju ozbiljan problem za zdravstvene djelatnike i predstavljaju jedan od najčešćih razloga izostanka s posla. Kod mišićno-koštanih poremećaja medicinskog osoblja dolazi do oštećenja kralježnice i oštećenja ramena, pri čemu je najveći problem bol u leđima. Humanizacija u smislu oslobađanja djelatnika i uvođenja praktične ergonomije u današnje vrijeme predstavlja jedan od važnih ciljeva u pružanju sigurnosti na radnom mjestu u mnogim modernim zemljama [4]. Do 40% svih materijalnih troškova povezanih s ozljedama na radnom mjestu uzrokuju mišićno-koštane poremećaji. Procjenjuje se da je jedan posto bruto domaćeg prihoda trošak povezan s liječenjem boli u leđima u razvijenim europskim zemljama [5]. Zdravstvena zanimanja u Republici Sloveniji sve se više suočavaju s tržišno orijentiranim gospodarskim tržištem [6]. Globalne promjene u modernom svijetu stavljaju zaposlenike i organizacije pred nove tržišne zahtjeve. Razvijene zemlje sve više traže fleksibilne, decentralizirane, učinkovite, profesionalne organizacijske oblike [7]. Dinamičnost i složenost modernog društva ogledaju se i u promjeni zdravlja.

Poznavanje vrste i razine radnog opterećenja, štetnosti za zdravlje na radu i stupnja opterećenja zahtijeva temeljito poznavanje kompetencija i razgraničenje rada i zadataka zdravstvenih djelatnika. Zbog svakodnevnog rada zdravstvenih djelatnika postoje različita dinamička kvantitativna ergonomska opterećenja kod preseljenja bolesnika i njege bolesnika, kao i statička opterećenja računala. Ispravno provedene ergonomske mjere predstavljaju trošak za poslodavca, a dugoročno donose koristi, kao što su zadovoljstvo poslom i produktivnost, smanjeno izostajanje s posla i smanjenje ozljeda na radu [8]. Poslodavci bi trebali uključiti i zaposlenike u planiranje radnog okruženja, jer je planiranje prepušteno samo arhitektima i ergonomiji, a za krajnje izvođače je zaboravljeno [9].

## Materijal i metode/Material and Methods

EMG mjerenja provedena su pomoću elektromiografije kako bi se stvorio zapis nazvan elektromiogram. Elektromiografija detektira električni potencijal koji stvaraju mišićne stanice kada se aktiviraju električno ili neurološki [10]. Koristili smo elektromiografiju Biomonitor ME6000 finskog proizvođača Mega Electronicsa Ltd. Biomonitor ME6000 prijenosni je snimač telemetrijskih podataka dizajniran za najzahtjevnije potrebe mjerenja i praćenja elektromiografije i drugih fizioloških signala do četiri kanala istodobno. S ME6000 možemo odrediti radna opterećenja u različitim radnim zadacima, kao i ergonomska ispravno radno mjesto. Korištenje ME6000 može nam pomoći u izboru najprikladnijih ergonomskih alata za određeni radni zadatak i ergonomska optimizirati tijek odabranih zadataka zdravstvenih djelatnika. ME6000 također omogućuje dijagnostiku, na primjer, kao i mišićne disfunkcije [11,12].

Mjerenja su izvršena u četiri koraka:

1. Priprema i snimanje profila testirane osobe
2. Priprema vlastitog protokola
3. Mjerenje
4. Obrada rezultata

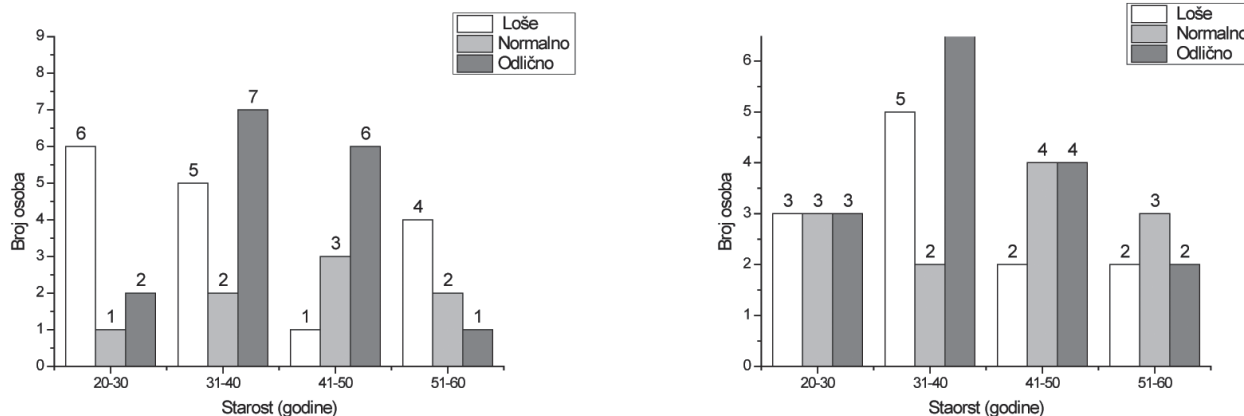
U mjerenjima smo koristili gel EKG jednokratne elektrode i otopinu elektrolita za poboljšanje električne provodljivosti između kože osobe i gel elektrode. Mega Electronics Ltd. također ima patent za senzor, koji obavlja mjerenja signala na površini kože. Elektrode potrebne za prijenos signala pričvršćene su na samoljepljivi tekstilni materijal [13]. Danas se EKG elektrode ukupnog promjera od 2 do 3 cm koriste za mjerenje površine kože i olakšavanje postavljanja velikog broja elektroda na jedinicu površine. Budući da elektromiografija može analizirati aktivnost gotovo svih mišića ljudskog tijela, potrebno je pripremiti odgovarajući protokol za odabrane mišiće za naša mjerenja.

## Rezultati i rasprava/Results and discussion

Budući da elektromiografija može analizirati aktivnost gotovo svih mišića ljudskog tijela, potrebno je pripremiti odgovarajući protokol za odabrane mišiće za naša mjerenja. Mjerali smo aktivnost mišića donjeg dijela leđa (lijevo i desno), duboke primarne mišiće (lijevo i desno). Mjerenja su provedena na 40 osoba koje se svakodnevno bave prijenosom bolesnika ili starijih osoba. Rezultati mjerenja dani su na ljestvici tri normativna razreda: *loš*, *normalan* i *izvrstan*. *Loš* znači da je mišić vrlo umoran; to sugerira mogućnost i vjerojatnost ozljeda ili mišićno-koštanih poremećaja. *Normalan* je da mišić ima normalnu tjelesnu kondiciju i da je mišić u izvrsnoj formi prema spolu i dobi osobe u usporedbi s prikladno usporedivim osobama u referentnoj skupini od 200 ljudi. Zamor mišića leđa određen je tzv. Sorensenovim testom. Ispitanik je donjim dijelom tijela (od struka) ležao na krevetu, dok je gornji dio tijela držan vodoravno u zraku 30 s, tijekom kojeg smo odredili EMG signal iz leđnih mišića: duboke primarne mišiće (L i D); mišiće donjeg dijela leđa (L i D).

Za mišić lijevog donjeg dijela leđa, kako je prikazano na slici 1 (lijevo), izmjerili smo fizičku spremnost 40 % zdravstvenih djelatnika, 16 od 40 djelatnika. Normalna tjelesna kondicija mjerena je na 20 % ili 8 od 40 zdravstvenih djelatnika. Izvrsna tjelesna kondicija izmjerena je na 40 %, odnosno 16 od 40 djelatnika. Za desni mišić donjeg dijela leđa, kao što je prikazano na slici 1 (desno), izmjerili smo fizičku spremnost 30 % zdravstvenih djelatnika, 12 od 40 djelatnika. Normalna fizička spremnost izmjerena je na 30 %, ili 12 od 40 zdravstvenih djelatnika. Izvrsna tjelesna kondicija izmjerena je na 40 %, odnosno 16 od 40 djelatnika.

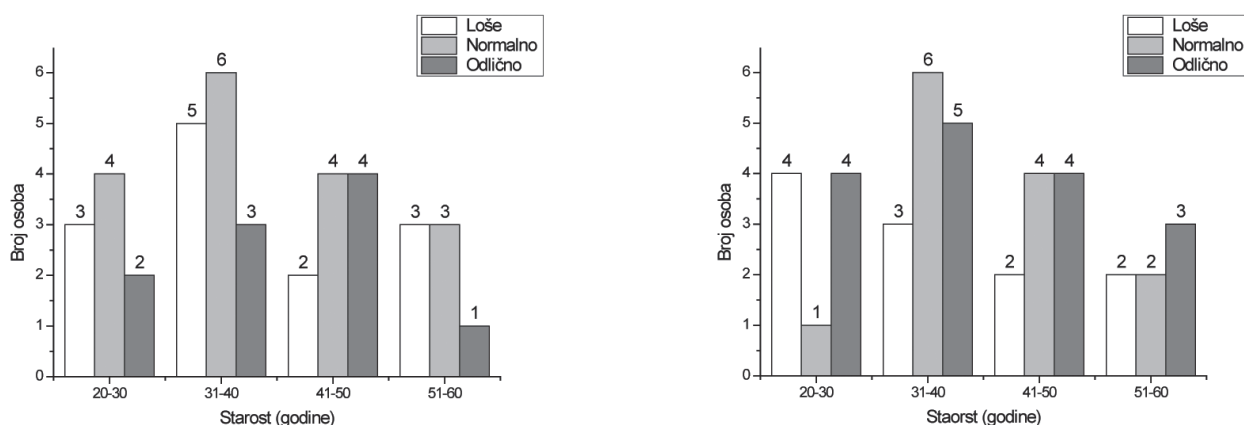
Za lijevi primarni mišić, kao što je prikazano na slici 2 (lijevo), izmjerili smo fizičku spremnost 32.5 % zdravstvenih djelatnika, 13 od 40 djelatnika. Normalna fizička spremnost izmjerena je na 42.5 %, ili 17 od 40 zdravstvenih djelatnika. Izvrsna tjelesna kondicija mjerena je na 25 % ili više, 10 od 40 djelatnika. Za desni duboki primarni mišić, kao što je prikazano na slici 2 (desno), izmjerili smo fizičku spremnost 27.5% zdravstvenih djelatnika, 11 od 40 djelatnika. Normalna tjelesna kondicija mjerena je na 32.5%, 13 od 40 zdravstvenih djelatnika. Izvrsna tjelesna kondicija izmjerena je na 40 %, 16 od 40 djelatnika. Udio zdravstvenih djelatnika. Izvrsna tjelesna kondicija izmjerena je na 40 %, od 16 od 40 djelatnika. Udio svih mišića leđa koje smo označili kao normalne iznosi 5.6 % za dobnu skupinu od 20 do 30 godina; 10 % za dobnu granicu od 31 do 40 godina; 9.4 % za dobnu



**SLIKA [1]** Mjerenje fizičkog umora lijevog (lijevo) i desnog (desno) donjeg leđnog mišića.

granicu od 41 do 50 godina i 6.2 % za dobnu skupinu od 51 do 60 godina. Udio svih leđnih mišića koji smo označili kao odličan iznosi 6.9 % za dobnu skupinu od 20 do 30 godi-

na; 13.8 % za dobnu granicu od 31 do 40 godina; 11.3 % za dobnu granicu od 41 do 50 godina i 4.4 % za dobnu skupinu od 51 do 60 godina.



**SLIKA [2]** Mjerenje fizičkog umora lijevog (lijevo) i desnog (desno) dubokog primarnog leđnog mišića.

## Zaključak/Conclusion

Studija je istraživala mogućnost oštećenja lumbalnog dijela kralježnice. Fizička spremnost zdravstvenih djelatnika i održivost leđnih mišića ili umor mišića određeni su takozvanim Sorensenovim testom. Rezultati su analizirani računalnim programom MegaWin, koji sadržava različite module, uključujući i mjernu analizu. Analiza mjerenja provedena je u usporedbi s 200 osoba koje nemaju problema s kralježnicom. Vrijednosti umora ili "loših" leđnih mišića iznose 32.5 %, što je ispod EU vrijednosti od 34.7 %. Mišićno-koštani poremećaji, osobito ozljede kralježnice među zdravstvenim djelatnicima koji su izravno uključeni u liječenje pacijenta, vrlo su značajni [14,15] u razvijenom svijetu, kao i u EU. Sadašnje studije mišićno-koštanih poremećaja u zdravstvenim djelatnika uglavnom se fokusiraju na ozljede leđa, ali ne i na ozljede koljena, ramena i vrata ili druge čimbenike koji doprinose ozljedi leđa [16].

S obzirom na to da su bolesti motornog sustava povezane s utjecajem ergonomskih čimbenika, nefiziološkim, prisilnim radom na radnom mjestu, podizanjem bolesnika, došli smo do zaključka da fiziološko opterećenje rada medicinskih sestara pokazuje kako je rad opterećujući u provedbi postupaka i intervencija u zdravstvenoj njezi. Ergonomija je područje u kojem poslodavac može poboljšati radne uvjete i utjecati na sigurnost i zdravlje na radu poznavanjem bitnog problema i spremnošću da ga riješi.

## Nema sukoba interesa

**Authors declare no conflict of interest**

## Literatura/References

- [1] Teržan M. Varno premeščanje bremen v zdravstveni dejavnosti, in Petkovšek-Gregorin VR, Vidmar V (Eds.), *Premeščanje pacienta: zbornik predavanj*. Slovenija: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije, Ljubljana, 2014.
- [2] Stričević J. 2010. Oblikovanje standardov v zdravstveni negi z upoštevanjem ergonomskih načel za zmanjševanje biomehaničnih obremenitev hrbtenice: doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Kranj, 2010.
- [3] Bilban M, Stožer A. Dvigovanje bremen kot velik javnozdravstveni problem zaposlenih. *Delo in varnost*. 2008; 53(3): 38–51.
- [4] Jafry T, O'Neill DH. The application of ergonomics in rural development: a review. *Applied Ergonomics*. 2000. 31(3): 263-268.
- [5] Hansson EK, Hansson TH. The costs for persons sick-listed more than one month because of low back or neck problems. A two-year prospective study of Swedish patients. *European spine journal*. 2005; 14(4): 337-345.
- [6] Pravilnik o popisu zanimanja u djelatnosti zdravstvene zaštite - Službeni glasnik RS, br. 4/14. 2014.
- [7] Kovač J. 2001. Organizacijske razsežnosti uvajanja ravnanja z znanjem, v: Kovač, J., Rozman, R. (ur.) *Zbornik 2. znanstvenega posvetovanja o organizaciji: Spreminjanje organizacije in vloga ter ravnanje z znanjem*, Zveza organizatorjev Slovenije, Ljubljana. 2001; 83–90.
- [8] Bilban M, Ivanetič I. Predlog ergonomske izboljšave delovnega mesta izdelovalke zob. *Delo in varnost*. 2007; 52(5): 32–34.
- [9] Stričević J, Balantič Z, Turk Z, Čelan D. Vpliv delovnih obremenitev medicinskih sester na humanizacijo njihovega dela, in: Rajkovič V. (Ed.) *Management sprememb: zbornik 25. mednarodne konference o razvoju organizacijskih znanosti*, Moderna organizacija, Kranj, 2006, p.p. 1565–1573.
- [10] Criswell E. *Cram's introduction to surface electromyography*. Jones & Bartlett Publishers, Sudbury, 2010.
- [11] Guerri JC, Antón AB, Pajares A, Monfort M, Sánchez D. A mobile device application applied to low back disorders. *Multimedia Tools and Applications*. 2009; 42(3): 317-340.
- [12] Tolvanen, P. 2006. Br.. patenta US 20060183990A1. USA, 2006.
- [13] Impiö J, Karinsalo T, Remes A, Reho A, Välimäki E, Impiö J, Tolvanen, P. 2002. No.. patenta US 7152470. USA, 2002.
- [14] Gropelli TM, Corle K. 2010. Nurses' and Therapists' Experiences with Occupational Musculoskeletal Injuries. *AAOHN journal*. 2010; 58(4): 159-166.
- [15] Howard N. 2010. Patient handling: Fact vs. fiction. *American Nurse Today*. 2010; 5(7): 32-34.
- [16] Nelson A, Fragala G, Menzel N. 2003. Myths and Facts About Back Injuries in Nursing: The incidence rate of back injuries among nurses is more than double that among construction workers, perhaps because misperceptions persist about causes and solutions. The first in a two-part series. *AJN The American Journal of Nursing*. 2003; 103(2): 32-40.