

M. Bubaš, K. Bradvica, M. Mihalina Bolanča, Ž. Sokolović Pavić, K. Zahriev Vukšinić, D. Krišto*

NOVA METODA PROCJENE RIZIKA STATODINAMIČKIH NAPORA - TESTIRANJE I VALIDACIJA

UDK 331.45:613.65
PRIMLJENO: 11.6.2018.
PRIHVAĆENO: 3.9.2018.

SAŽETAK: U ovom priopćenju opisana je metoda za bodovnu procjenu manualnog rada koji uključuje ponavljajuće zadatke, povremenu primjenu sile te nepravilan položaj tijela. Metoda je razvijena na temelju iscrpnog i kritičkog pregleda literature, ali i evaluacije u sklopu vlastitih istraživanja provedenih na različitim radnim mjestima. Osim što sadrži objektivni opis zadataka, ponavljajućih pokreta, sile i položaja tijela, ova metoda uključuje i mogućnost numeričkog izračuna spomenutih aktivnosti, ne zanemarujući njihovo međudjelovanje. Zahtjevi rada (trajanje zadatka tijekom radne smjene, ponavljajući pokreti, primjena sile, položaj tijela i radni uvjeti) prezentirani su bodovima, i to svaki na individualnoj ljestvici koja odgovara uvjetima u praksi. Kako bi se izračunala konačna vrijednost procjene rizika, potrebno je pomnožiti vrijednost dobivenu na ljestvici trajanja zadataka sa zbrojem vrijednosti koje su dobivene na ostalim ljestvicama. Konačna vrijednost ukazuje na potencijalnu preopterećenost, a iskazana je određenom brojkom koja se kasnije može uvrstiti u tablicu pojašnjenja pomoću koje se očitava jedna od moguće četiri razine rizika: zelena, žuta, narančasta ili crvena. U literaturi se upravo razvrstavanje kategorija prema bojama navodi kao učinkovita pomoć uz koju korisnik lakše percipira potencijalni rizik. Ova nova metoda zove se SMART (eng. Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks), a dosad je testirana na 56 radnih mjesta. Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako se 23 % aktivnosti može smjestiti u "zeleno" područje, 19 % u "žuto", 21 % u "narančasto" te 37 % u "crveno", iz čega se može zaključiti kako je kod čak 77 % procjenjivanih aktivnosti bilo prisutno povećano opterećenje. SMART metoda u fazi je testiranja i validacije za procjenu statodinamičkih napora na raznim radnim mjestima.

Ključne riječi: sindromi prenaprezanja, procjena rizika, nova metodologija, testiranje

PRELIMINARNI REZULTATI

Mišićno–koštani poremećaji gornjih ekstremiteta povezani s radom poznati su već desetljećima te su i dalje vrlo česti među radnom populacijom

(Roquelare i sur., 2006.). Najčešći rizici na radnom mjestu koji se s njima dovode u vezu jesu ručno rukovanje teškim teretima, primjena sile, neodgovarajući položaj tijela i ponavljajući pokreti (Andersen i sur., 2007.). S obzirom da je zakonska obveza poslodavca provođenje procjene rizika i da su mišićno–koštani poremećaji gornjih ekstremiteta povezani s radom učestali među radnom populacijom, razvijani su razni kriteriji, nacrti standarda i metode za procjenu rizika mišićno–koštanih poremećaja (Armstrong, 2006., Burgess-Limerick, 2004., Christmansson, 1994., Colombini i sur., 2002., Drury, 1987., EN 1005-05, 2007.,

*Dr. sc. Marija Bubaš, spec. med. rada i sporta, (mbubas@hzzsr.hr), Karmen Bradvica, dr. med. (kbradvica@hzzsr.hr), Marina Mihalina Bolanča, dr. med. (mmihalina@hzzsr.hr), Željka Sokolović Pavić, dr.med. (zsokolovic@hzzsr.hr), Katarina Zahriev Vukšinić, univ. mag., dr. med., spec. med. rada i sporta, (katarina.vuksinic@gmail.com), Dijana Krišto, dr. med. (dkristo@hzzsr.hr), Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, R. Cimermana 64a, 10000 Zagreb.

Health and Safety Executive, 2000., Health and Safety Executive, 2007., Hignett, McAtamney, 2000., ISO 11228-3, 2007., Kee, Karwowski, 2001., Kemmlert, 1995., Kenningham, 1993., Ketola i sur., 2001., Keyserling i sur., 1993., Kilbom, 1994., Klussmann i sur., 2008., 2010., Li, Buckle, 1998., McAtamney, Corlett, 1993., Moore, Garg, 1995., OSHA Screening Tool, Schneider, 1995., Sluiter i sur., 2001., Swedish National Board of OSH, 1998., Takala, 2010.) U literaturi su prisutni dokazi o *doza-odgovor* povezanosti između ponavljajućih zadataka i mišićno-koštanih poremećaja gornjih ekstremiteta povezanih s radom, no odabir samih karakteristika (rukovanje teretima, primjena sile, položaj tijela i ponavljajući pokreti) takvog rada varira ovisno o autoru (*Chiang i sur., 1993., Leclerc i sur., 2001., Osorio i sur., 1994., Silverstein i sur., 1987., Spielholz i sur., 2003.*). Unatoč tomu, razvoj ove metode temelji se na opsežnom pregledu literature te su autori u tu svrhu iz značajnog broja već postojećih standarda, indeksa i metoda procjene izabrali pojedine kako bi ih detaljnije analizirali, kao što su Standard ISO/CD 11228-35, Moore and Garg Job Strain Index, Key Indicator Method MHO, TLV i ManTRA (*Armstrong, 2006., Burgess-Limerick i sur., 2004., ISO 11228-3., 2007., Klussmann i sur., 2010., Moore, Garg, 1995.*). Prvotna verzija SMART metode (eng. Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks) testirana je na 56 radnih mjesta obuhvativši 112 radnika.

ISPITANICI I METODE

U svrhu testiranja SMART metode odabran je uzorak od 112 radnika zaposlenih na 56 radnih mjesta. U ovom istraživanju u razmatranje su uzeti radnici sa smetnjama po tipu sindroma rotatorne manžete, medijalnog i lateralnog epikondilitisa, kompresije ulnarnog i radijalnog živca, fleksornog/ekstenzornog tenosinovitisa, de Quervainove bolesti, sindroma karpalnog kanala i sindroma Guyonovog kanala. Nakon provedenog uzorkovanja, korišten je standardizirani upitnik kako bi se utvrdili demografski faktori, prisutnost simptoma mišićno-koštanog sustava, radni uvjeti te psihosocijalni čimbenici. Budući da su

ispitanici već prošli medicinsko-dijagnostičku obradu prije utvrđivanja dijagnoze profesionalne bolesti (*Zakon o listi profesionalnih bolesti 1998. i 2007.*), nije bilo potrebe za provođenjem ponovne dijagnostike tijekom postupka testiranja metode. Mora se napomenuti kako u trenutku testiranja metode nijedan medicinski nalaz nije bio stariji od godinu dana. Na svakom radnom mjestu provedena je detaljna analiza procesa rada kako bi se prikupili relevantni podaci o radnim zadacima (ponavljajući pokreti, trajanje, primjena sile, položaj tijela i dr.) nakon čega su SMART odvojeno koristili liječnik specijalist medicine rada i stručnjak zaštite na radu. Kod obrade podataka korištene su metode deskriptivne statistike (aritmetička sredina, medijan, varijanca, raspon), a za usporedbu dobivenih rezultata odabrane su dvije već testirane i validirane metode procjene rizika za sindrome prenaprezanja. Ako se pokaže kako su metode procjene u raskoraku, određeni dijelovi nove SMART metode bit će prilagođeni te će se testirati valjanost nove, prilagođene verzije.

Testiranje je provedeno na odabranim radnim mjestima na kojima je česta pojava mišićno-koštanih poremećaja gornjih ekstremiteta. Očekivano je bilo kako će konačna brojčana vrijednost rizika biti iznimno visoka. Upravo zbog toga, testiranje je provedeno i na kontrolnoj skupini radnika zaposlenih na radnim mjestima gdje se ne očekuje velik rizik od sindroma prenaprezanja.

U cilju procjene statodinamičkih napora potrebno je slijediti četiri koraka procjene svakog promatranog radnog zadatka. Svaki od koraka mora biti proveden individualno, no međusobno ne isključujući jedan drugog. Prvi korak sastoji se od procjene i bodovanja trajanja zadatka tijekom jedne radne smjene, drugi korak podrazumijeva procjenu i bodovanje ponavljajućih pokreta, treći korak čini procjena i bodovanje primjene sile, a četvrti korak je procjena i bodovanje položaja tijela pa samim time i radnih uvjeta. U konačnici se rezultati dobiveni pojedinim koracima zbrajaju i množe s rezultatom dobivenim na ljestvici trajanja aktivnosti te se vrijednost dobivena na taj način (konačna vrijednost procjene rizika) naposljetku očitava pomoću tablice raspona vrijednosti, podijeljene u područja označena zele-

nom, žutom, narančastom i crvenom bojom, što se smatra korisnim za utvrđivanje prioriteta pri likom uređivanja mjesta rada (*Hernandez i sur., 2002.*). Ako se dobivena konačna vrijednost procjene rizika očitava u „zelenom“ području bez rizika, može se zaključiti kako je procjenjivano mjesto rada dobro uređeno i da preopterećenost nije očekivana. Brojčane vrijednosti smještene u „žutom“ i „narančastom“ području ukazuju na potrebu za redizajnom postojećeg mjesta rada jer postoji povećana opterećenost radnika. Oni brojčani rezultati procjene rizika koji se nalaze unutar „crvenog“ područja ukazuju da je u takvim slučajevima prisutna velika vjerojatnost pojave mišićno–koštanih poremećaja gornjih ekstremiteta koji se kasnije mogu iskazati kao profesionalne bolesti ili bolesti u vezi s radom. Osim toga, na temelju vrijednosti dobivenih u pojedinim od navedena četiri koraka može se donijeti zaključak o radnim zadacima koji najviše pridonose konačnoj ukupnoj brojčanoj vrijednosti procjene rizika. To su alarmantna područja tzv. „bottle-necks“ za koja bi se odmah korektivnim mjerama trebali poduzeti koraci za smanjenje rizika. Uz to, analizirat će se i prevalencija simptoma koji ukazuju na sindrome prenaprezanja gornjih ekstremiteta te će se korelirati s brojčanim iznosom rizika dobivenim uporabom SMART metode i ostale dvije metode procjene. Na kraju će biti ispitana korelacija brojčanih vrijednosti ukupnog rizika između dvije skupine ispitivača.

REZULTATI

Preliminarni rezultati konačnih brojčanih vrijednosti dobiveni procjenom rizika prema SMART metodi na mjestima rada ukazuju da se 23 % aktivnosti nalazi u „zelenom“ području bez rizika, 19 % u „žutom“, 21 % u „narančastom“ te 37 % u „crvenom“, iz čega proizlazi kako je kod čak 77 % procjenjivanih aktivnosti na mjestima rada prisutan povećan rizik razvoja sindroma prenaprezanja. Nakon što se uzmu u obzir ostali čimbenici kao što su dob, spol ili konstitucija (uzima se u obzir i indeks tjelesne mase) radnici koji rade na radnim mjestima na kojima su izloženi ponavljajućim pokretima češće pate od simptoma

mišićno–koštanog sustava od kontrolne skupine što je u skupini radnika sa smetnjama dodatno potvrđeno i nalazom medicinsko–dijagnostičke obrade. U preliminarno dobivenim rezultatima prevalencija simptoma pozitivno korelira s ukupnom brojčanom vrijednosti procjene rizika. Povezanost između vrijednosti dobivenih SMART metodom, izloženosti riziku od pojave sindroma prenaprezanja i prevalencije simptoma od mišićno–koštanog sustava, prilagođeno za dob, indeks tjelesne mase i spol, izračunata je sa 95 % intervalom pouzdanosti. Prema preliminarnim podacima rezultati dobiveni SMART metodom ne odstupaju od onih dobivenih uporabom ostale dvije metode procjene rizika, ali je nova metodologija jednostavnija za primjenu. Uspoređeni su i rezultati dobiveni od različitih ispitivača koji su se koristili metodom za potrebe istraživanja. Detaljna statistička obrada je u tijeku.

RASPRAVA

Problematika mišićno–koštanih poremećaja gornjih ekstremiteta povezanih s radom aktualizirana je prije više od tri desetljeća, kada započinju napori usmjereni ka rješavanju tog pitanja. Prvenstveno se to odnosi na smanjenje negativnog utjecaja radnog mjesta za zdravlje radnika, kako bi se bilo korak bliže stvaranju zdravog radnog mjesta. U relevantnoj literaturi može se naići na brojne metode procjene rizika i time uvjeta rada u slučaju statodinamičkih napora (*Armstrong, 2006., Burgess-Limerick, 2004., Christmansson, 1994., Colombini i sur., 2002., Drury, 1987., EN 1005-05, 2007., Health and Safety Executive, 2000., 2007., Hignett, McAtamney, 2000., ISO 11228-3, 2007., Kee, Karwowski, 2001., Kemmlert, 1995., Kenningham, 1993., Ketola i sur., 2001., Keyserling i sur., 1993., Kilbom, 1994., Klusmann i sur., 2008., 2010., Li, Buckle, 1998., McAtamney, Corlett, 1993., Moore, Garg, 1995., OSHA Screening Tool, Schneider, 1995., Sluiter i sur., 2001., Swedish National Board of OSH, 1998., Takala, 2010.*). Spomenute metode sadrže više od stotinu karakteristika radnog procesa koje se mogu podijeliti u različite skupine (npr. organizacija posla, položaj tijela, sila i opterećenje, fiziološki aspekt,

psihosocijalni zahtjevi, okolišni čimbenici, ergonomija na radnom mjestu i dr.). Prilikom razvoja SMART metode autori su uzeli u obzir činjenicu da se u postojećim metodama, baš kao i u radovima nekih autora, ne spominju samo karakteristike radnog procesa koje negativno utječu na zdravlje radnika, nego i specifične anatomske regije koje mogu biti ugrožene štetnim karakteristikama radnog procesa s naznačenim simptomima i dijagnozama (*Chiang i sur., 1993., Leclerc i sur., 2001., Osorio i sur., 1994., Silverstein i sur., 1987., Spielholz i sur., 2003.*) te je uzet u obzir i nedostatak postojećih metoda jer podcjenjuju utjecaj tjelesnog napora (*Kee, Karwowski, 2001.*).

ZAKLJUČAK

Uvidom u rezultate dosadašnjih istraživanja može se zaključiti kako je razvijen novi alat za procjenu rizika kod statodinamičkih napora namijenjen praktičnoj primjeni i jednostavan za uporabu. Provedeno testiranje je temelj ovog prethodnog priopćenja, a rezultate istraživanja valja obraditi i objaviti. Pored toga, u skladu s rezultatima provedenog istraživanja pristupit će se eventualno i reevaluaciji pojedinih segmenata metode u novim istraživanjima.

LITERATURA

Andersen, J., Haahr, JP., Frost, P.: Risk factors for more severe regional musculoskeletal symptoms: a two-year prospective study of a general working population, *Arthritis & Rheumatology*, 56, 2007., 4, 1355-64.

Armstrong, TJ.: The ACGIH TLV for hand activity level. U: Marras, WS., Karwowski, W. (ur.): *The occupational ergonomics handbook*, CRC Press, London 2006., str. 41-1-41-12.

Burgess-Limerick, R., Egeskov, R., Pollock., C, Straker, L.: Manual Tasks Risks Assessment Tool (ManTRA). U: *Abstract Book*, Fifth International Scientific Conference on Prevention of work-related Musculoskeletal Disorders, Zürich, 509-510, 2004.

Chiang, HC., Ko, YC., Chen, SS., Yu, HS., Wu, TN., Chang, PY.: Prevalence of shoulder and upper-limb disorders among workers in the fish-processing industry, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19, 1993., 2, 126-131.

Christmansson, M.: *The HAMA-method for analysis of upper limb movements and risk for work-related musculoskeletal disorders*, U: Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association/Human Factors Association of Canada, Toronto, 173-175, 1994.

Colombini, D., Occhipinti, E., Grieco, A.: *Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and Exertions of Upper Limbs Job Analysis, Ocr Risk Indices, Prevention Strategies and Design Principles*, Elsevier, Amsterdam, 2002.

Drury, CG.: A Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs, *SeminOccupMed*, 2, 1987., 1, 41-49.

EN 1005-05:2007., Safety of machinery, Human physical performance: Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency, dostupno na: <http://www.cen.eu/cen/Members/Pages/default.aspx>, pristupljeno: 28.11.2017.

Health and Safety Executive, Work related upper limb disorders: A guide to prevention HSG60 - 2 edition, HSE Books, London, 2000.

Health and Safety Executive, Upper limb disorders in the workplace, dostupno na: <http://www.hse.gov.uk/msd/campaigns/uldchecklist.pdf>, pristupljeno: 15.12.2017.

Hernandez, L., Alhemood, A., Genaidy, AM., Karwowski, W.: Evaluation of different scales for measurement of perceived physical strain during performance of manual tasks, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 8, 2002., 4, 413-432.

Hignett, S., McAtamney, L.: Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 31, 2000., 2, 201-205.

ISO 11228-3:2007., Ergonomics - Manual handling - Part 3, Handling of low loads at high frequency, dostupno na: http://osha.europa.eu/en/topics/msds/slic/handlingloads/index_html, pristupljeno: 04.10.2017.

Kee, D., Karwowski, W.: LUBA: An assessment technique for postural loading on upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time, *Applied Ergonomics*, 32, 2001., 4, 357-366.

Kee, D., Karwowski, W.: A comparison of three observational techniques for assessing postural loads in industry, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 13, 2007., 1, 3-14.

Kemmlert, K.: A method assigned for the identification of ergonomic hazards – PLIBEL, *Applied Ergonomics*, 26, 1995., 3, 199-211.

Kenningham, L.: A scientifically based manual handling risk assessment checklist & guidelines and usability testing - one approach, *Safety Science Monitor*, 2, 1999, 3, 1-10.

Ketola, R., Toivonen, R., Viikari-Juntura, E.: Interobserver repeatability and validity of an observation method to assess physical loads imposed on the upper extremities, *Ergonomics*, 44, 2001., 2, 119-131.

Keyserling, WM., Stetson, DS., Silverstein, BA., Brouwer, ML.: A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders, *Ergonomics*, 36, 1993., 7, 807-831.

Kilbom, A.: Repetitive work of the upper extremity: Part I - Guidelines for the practitioner, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 1994., 1-2, 51-57.

Klussmann, A., Gebhardt, H., Liebers, F., Rieger, MA.: Musculoskeletal symptoms of the upper extremities and the neck: a cross-sectional study on prevalence and symptom-predicting factors at visual display terminal (VDT) workstations, *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2008., 9-96.

Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, MA.: *The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) - evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study*, BMC Musculoskeletal Disorders, 2010., dostupno na: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/11/272>, pristupljeno: 04.10.2017.

Leclerc, A., Landre, M-F., Chastang, J-F., Niedhammer, I., Roquelaure, Y.: Upper-limb disorders in repetitive work by the Study Group on Repetitive Work, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 27, 2001., 4, 268-278.

Li, G., Buckle, P.: A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks - Quick Exposure Check (QEC), U: *Proceedings of the Human Factors And Ergonomics Society*, CD-ROM, 42nd Annual Meeting, Santa Monica, 1351-1355, 1998.

McAtamney, L., Corlett, EN.: RULA: A survey method for the investigation of work related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24, 1993., 2, 91-99.

Moore, JS., Garg, A.: The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56, 1995, 5, 443-458.

OSHA Screening Tool., dostupno na: <http://personal.health.usf.edu/tbernard/HollowHills/OSHAChecklists.pdf>, pristupljeno: 20.11.2017.

Osorio, AM., Ames, RG., Jones, J., Castorina, J., Rempel, D., Estrin, W., Thompson, D.: Carpal tunnel syndrome among grocery store workers, *American Journal of Industrial Medicine*, 25, 1994., 2, 229-245.

Roquelaure, Y., Ha, C., Leclerc, A., Touranchet, A., Sauteron, M., Melchior, M., Imberon, E., Goldberg, M.: Epidemiologic surveillance of upper extremity musculoskeletal disorders in the working population, *Arthritis & Rheumatology*, 55, 2006., 5, 765-778.

Schneider, S.: OSHA's Draft Standard for Prevention of Work-related Musculoskeletal Disorders, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 10, 1995., 8, 665-674.

Silverstein, BA., Fine, LJ., Armstrong, TJ.: Occupational factors and carpal tunnel syndrome, *American Journal of Industrial Medicine*, 18, 1987., 3, 343-358.

Sluiter, JK., Rest, KM., Frings-Dresen, MHW.: Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 27, 2001., 1, 1-102.

Spielholz, P., Bao, S., Howard, N., Silverstein, B.: Baseline Exposure Assessment Results from a Prospective Study of Upper Extremity Musculoskeletal Disorders, U: *Proceedings of the Human*

Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 2003, 1274-1278, 2003.

Swedish National Board of OSH, In Model for identifying and assessing physically monotonous, repetitive work, Volume 1., dostupno na: http://www.av.se/dokument/inenglish/legislations/Models_for_assessment.pdf, pristupljeno: 11.11.2017.

Takala, EP., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, GA., Mathiassen, SE., Neumann, WP., Sjøgaard, G., Veiersted, KB., Westgaard, RH., Winkel, J.: Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36, 2010., 1, 3-24.

Zakon o Listi profesionalnih bolesti, N.N., br. 162/98. i 107/07.

NEW METHOD FOR RISK ASSESSMENT OF STATODYNAMIC STRAINS – TESTING AND VALIDATION

SUMMARY: Described in the paper is the method for the assessment of manual work including repetitive tasks, occasional use of force, and improper body position. The method was developed based on an exhaustive and critical evaluation of literature on the subject, but also on the basis of our own studies conducted at a series of different work places. In addition to an objective description of tasks, repetitive movements, force and body positions, this method also provides the possibility of numerical computations of the listed activities, not ignoring their interactions. Work demands (task duration in the course of a work shift, repetition of movements, use of force, body position and work conditions) are presented using a point system, with each demand shown on a separate scale corresponding to the actual conditions. In order to calculate the overall risk it is necessary to multiply the value on the task duration scale by the sum of the values on the other scales. The final value indicates potential overload shown as a number that can then be entered in a table illustrating one of the four risk levels: green, yellow, orange, or red. Relevant literature states that the colour classification serves as an efficient help to the user in perceiving potential risk. This new method has been named SMART (Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks). So far it has been tested in 56 work places. The results show that 23% activities may be classified in the 'green' zone, 19% in 'yellow', 21% in 'orange' and 37% in 'red', thus leading to the conclusion that as much as 77% of assessed activities show increased load. The SMART method is still in the testing and validation stage as a tool for the assessment of statodynamic strains involved at different work places.

Key words: *overload syndrome, risk assessment, new methodology, testing*

Preliminary communication

Received: 2018-06-11

Accepted: 2018-09-03