ИСПИТИВАЊЕ ПОСТУРАЛНЕ СТАБИЛНОСТИ ПОМОЋУ NEUROSOM BALANCE MASTER КИНЕЗИОМЕТРИЈСКЕ ПЛАТФОРМЕ

Марија Трајков¹, Стеван Јовановић², Драгана Кљајић³

EXAMINATION POSTURAL STABILITY WITH NEUROCO BALANCE MASTER PLATFORM

Marija Trajkov, Stevan Jovanović, Dragana Kljajić

Сажетак

Постурална стабилност представља способност тела да одржи тежиште изнад површине ослоња у различитим антигравитационим условима. Одговарајућа постурална контрола је од суштинског значаја за свакодневне активности и захтева интеграцију визуелних, проприоцептивних и вестибуларних информација. Примена компјутеризоване постурографије за испитивање постуралне стабилности добро је прихваћена у клиничким истраживањима, нарочито код стручњака који се баве проблемима одржавања и поремећајима баланса. Компјутеризована техника, у виду кинезиометријских платформи, пружа објективну процену баланса као и могућност праћења промена током времена.

Циљ рада је да се увидом у доступну литературу изврши ревијални преглед истраживања у којима је NeuroCom Balance Master кинезиометријска платформа коришћена као инструмент истраживања, те да се утврди могућност њене клиничке употребе.

Резултати показују да се NeuroCom Balance Master кинезиометријска платформа користи у различитим областима клиничког испитивања, нарочито у медицинској рехабилитацији и спорту, за процену стања постуралне стабилности, за праћење и евалуацију третмана, за предвиђање повреда доњих екстремитета и ризика од пада, као

Summary

Postural stability represents the ability of the body to maintain the centre of gravity above the surface of the support in various anti-gravitational conditions. Appropriate postural control is essential for everyday activities and requires integration of visual, proprioceptive and vestibular information. Application of computerized posturography for examination of postural stability is well adopted in clinical trials, especially by the experts working on the issues of maintaining and disorders of balance. Computerized technique, namely kinesiometric platforms, enables objective balance assessment and the ability to monitor changes over time.

The aim of this paper is to conduct a review of the research based on the insight in the available literature, where NeuroCom Balance Master kinesiometric platform was used as the research instrument, and to determine the possibility of its clinical application.

The results show that NeuroCom Balance Master platform is used in various areas of clinical trials, especially for medical rehabilitation in sports, to estimate the state of the postural stability, to monitor and evaluate treatments, to forecast lower limb injuries and risks of falling-down, as well as for comparison with standard balance assessment tests in all age populations.

¹ Мр Марија Трајков, магистар дефектолошких наука, Висока здравствена школа струковних студија у Београду, Цара Душана 254, Београд.

² Мр Стеван Јовановић, магистар наука мултидисциплинарних научних области – неуронауке, Висока здравствена школа струковних студија у Београду, Цара Душана 254, Београд.

³ Др Драгана Кљајић, доктор наука мултидисциплинарних научних области – неуронауке, Висока здравствена школа струковних студија у Београду, Цара Душана 254, Београд.

за компарацију са стандардним тестовима процене баланса у свим узрасним популацијама.

Кључне речи: постурална стабилност, компјутеризована постурографија, NeuroCom Balance Master кинезиометријска платформа.

Keywords: postural stability, computerized posturography, NeuroCom Balancer Master platform.

УВОД

Постура представља начин одржавања усправног положаја, однос сегмената тела међу собом и у односу на простор. Контрола усправљене постоуре је динамичан процес усклађивања реакције тела на сензорне информације које стижу из различитих рецептора са периферије ка централном нервном систему (ЦНС). Контролу осцилирања пројекције центра гравитације над површином ослонца у усправној постоури обезбеђују балансне реакције кроз фину дистрибуцију постуралног тонуса. Сензорни инпути из многих система (соматосензорни, визуелни и вестибуларни) су од пресудног значаја за постурални тонус.⁽¹⁾

Баланс или постурална стабилност је способност тела да се одржи тежиште изнад површине ослонца у различитим антигравитационим условима. Она подразумева способност сензорне детекције покрета тела, интеграције сензорних одашиљања у ЦНС, њиховог програмирања и извршавање одговарајућих неуромишићних одговора.^(2, 3) Статичка постурална стабилност (статички баланс) представља способност да се одржи заузети положај⁽⁴⁾, а динамичка постурална стабилност (динамички баланс) подразумева способност одржавања равнотеже приликом преласка из динамичког у статичко стање.⁽⁵⁾

Статичка и динамичка постурална стабилност зависи од стања очуваности и зрелости ЦНС-а, мобилности зглобова екстремитета и кичменог стуба, снаге мишића, визуелних способности, присуства бола,

површине ослонца, висине и тежине особе, емоционалног стања.

Процењивање постуралне стабилности је од великог значаја за разумевање различитих промена и поремећаја у клиничким испитивањима.⁽⁶⁾ У пракси постоје бројни тестови за процену који испитују различите модалитете постуралне стабилности. То су, пре свега, тестови стајања на једној нози, као што је *Stork Balance Stand Test*.⁽⁷⁾ Затим, тестови за процену стабилности тела у покрету, као што су *Balance Board Test*⁽⁸⁾ и *Multiple Single-Leg Hope Stabilization test*.⁽⁴⁾

У рехабилитацији се најчешће примењује *Ромбергов тест*, функционални тест „досезања“, процена стајања на једној нози и тандем ход-ход по правој линији.⁽²⁾

У свакодневной физиотерапеутској пракси баланс се испитује у оквиру испитивања реакција усправљања и равнотеже, које представљају адаптивно повећање тонуса у антигравитационим мишићима врата, трупа и екстремитета на страни на коју тело пада са циљем да се подупру тело и балансирање на супротној страни.⁽⁹⁾

Међутим, лекарима, физиотерапевтима и клиничарима често су потребне информације о интеграцији визуелне, вестибуларне и проприоцептивне компоненте постуралне стабилности. Ове процене се могу реализовати инструментализованом опремом (постурографија), као што је NeuroCom Balance Master кинезиометријска платформа. Уз помоћ платформе се врши испитивање статичке и динамичке постуралне стабилности, а добијени резултати се називају „Индекс постуралне стабилности“. Плат-

форма омогућава не само процену баланса већ и вестибуларног система и пружа увид о нивоу физичке спремности за извођење свакодневних активности.⁽¹⁰⁾ Тестови се изводе у различитим положајима: стајање на чврстој подлози са отвореним и затвореним очима, стајање на нестабилној (сунђерастој) подлози са отвореним и затвореним очима, нагињање тела у задатом правцу, ритмичко померање тежишта, прелазак из седећег положаја у стојећи, ход, ширина корака и брзина замаха при ходу, окретање у ходу по задатом налогу, искорак. У свим тестовима је доступно присуство визуелних повратних информација, преко курсора на монитору. Neurocom Balance Master кинезиометријска платформа поседује и могућност програма тренинга постуралне контроле.⁽¹¹⁾

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је да се увидом у доступну литературу изврши ревијални преглед истраживања у којима је као инструмент истраживања коришћена Neurocom Balance Master кинезиометријска платформа, те да се утврди могућност њене клиничке употребе.

МЕТОД

Доступна литература прегледана је преко електронских база података (EBSCO Medline, EBSCO host, ScienceDirekt, ProQuest) које су доступне преко Конзорцијума библиотека Србије за обједињену набавку (KoBSon).

ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

Neurocom Balance Master кинезиометријска платформа се примењује у различитим узрасним популацијама и код пацијената који имају различите сензорне проблеме и обољења.^(12, 13)

Позно животно доба је период који карактерише опадање мишићног тонуса, на-

предовање дегенеративних процеса, опадање виталности ткива и смањена потреба за физичком активношћу, па се променама у квалитету баланса поклања посебна пажња. Скоро 75% старих особа има неки облик дисфункције постуралне стабилности.⁽¹⁴⁾ У истраживању које су спровели Burke и сарадници⁽¹⁵⁾ 2012. године испитиван је утицај две различите групе вежби на постуралну контролу. Узорак је чинило 50 жена старих 65 година и више, оболелих од остеопорозе, које су биле сврстане у три групе. Прву групу су чиниле испитанице које су примењивале задате вежбе јачања мишића, друга група је примењивала вежбе истезања мишића, а трећу групу су чиниле испитанице које нису вежбале. Постурална стабилност испитивана је Neurocom Balance Master кинезиометријском платформом, а коришћен је тест сензорне интеракције баланса (*mCTSIB* тест, стајање на нестабилној подлози са затвореним очима), као и тест границе стабилности (*LOS* тест). Мишићна снага је испитивана динамометром, а скраћење задње ложе мерено је гониометром. Резултати истраживања показују статистички значајне разлике између група у односу на постуралну контролу. Прва група, која је примењивала вежбе јачања мишића, показала је боље резултате на оба испитивана теста у односу на трећу групу. Друга група је имала статистички значајну разлику у односу на трећу групу у тесту границе стабилности, док у односу на прву групу није имала боље резултате ни у једном испитиваном параметру постуралне контроле. Аутори у закључку наводе да примена вежби јачања мишића, као и вежби истезања мишића у трајању од осам недеља, доводи до значајног побољшања постуралне стабилности код жена које имају остеопорозу.

Yang и сарадници⁽¹⁶⁾ су испитивали карактеристике хода и динамичку стабилност 18 особа које су се налазиле у раној фази Паркинсонове болести и 17 особа приближних година без обољења. Циљ истраживања био је утврђивање односа између хода

и динамичког баланса. У ту сврху је такође коришћена Neurocom Balance Master кинезиометријска платформа, и то тест границе стабилности (*LOS* тест) у неколико праваца (пут напред, у десну и леву страну). За описивање квалитета баланса анализирана су три параметра: брзина померања тежишта, максимално померање тежишта од центра базе ослонца и контрола померања тежишта. Ход је процењен уз помоћ GAITR система.⁽¹⁷⁾ Ова студија је потврдила да особе у раном стадијуму Паркинсонове болести показују тенденцију споријег хода, краћу дужину корака и мању брзину померања тежишта у односу на здраве испитанике. Резултати истраживања показују да постоји међусобна повезаност елемената динамичке постуралне стабилности са карактеристикама хода. Односно, пролонгирано и смањено померање тежишта према напред као и, лошија контрола померања тежишта пут напред доводе до смањена брзине хода и краћег искорака.

Истраживање из 2010. године⁽¹⁸⁾ приказује ефекте кинезитерапијског третмана код пацијената након можданог удара. Методом случајног узорка формирана је група од 32 испитаника, подељена у две подгрупе. Испитаници су добили задатак да три пута недељно по 30 минута примењују задати кинезитерапијски програм, у трајању од четири недеље. Експериментална група добила је додатни задатак, а то је увежбавање преласка из седећег у стојећи положај. Пре и након третмана је процењена постурална стабилност Neurocom Balance Master кинезиометријском платформом, тестом оптерећења доњих екстремитета (*WBS* тест) и тестом границе стабилности (*LOS* тест). Посматрани параметри су: расподела укупне тежине тела на оба стопала при мирном стајању, контрола померања тежишта и максимално померање тежишта од центра базе ослонца. За процену моторног опоравка коришћена је Брунстромова скала.⁽⁶⁾ Након завршеног кинезитерапијског третмана и поновне процене постуралне стабилности, уочена је статистички значајна разли-

ка у контроли померања тежишта у експерименталној групи ($p=0.028$) у односу на контролну групу. Посматрано унутар експерименталне групе (разлике између здраве и паретичне ноге) статистички значајну разлику аутори су уочили на *WBS* тесту ($p=0.007$), где је расподела укупне тежине тела након тренинга повећана у корист паретичне ноге (са 44.8% на 49.8%). Такође, у оквиру експерименталне групе запажена је разлика на тесту *LOS*, и то у правцу према здравој и према паретичној страни, где је контрола померања тежишта након четири недеље третмана била знатно боља на оба доња екстремитета ($p=0.013$ на паретичном екстремитету и $p=0.025$ на здравом екстремитету).

У студији *Feland* и сарадника⁽¹⁹⁾ испитиване су разлике између мушкараца и жена у односу на померање тежишта приликом промене положаја тела у простору. У истраживању је учествовало 173 испитаника (107 мушкараца и 66 жена), који су били физички активни, подељени у две различите узрасне групе (група испитаника од 50 до 64 године и група испитаника од 65 година и више). Кинезиолошком платформом (Neurocom Balance Master) спроведен је тест промене положаја „седни и устани тест“ (*STS* тест), а посматрано је време преноса тежишта, индекс подизања и њихања тежишта изнад базе ослонца у току трансфера. Статистички значајна разлика уочена је у односу на пол и године. Мушки испитаници старости од 50 до 64 године су имали знатно већи индекс подизања у односу на старије испитанике оба пола. Старији испитаници мушког пола (65 година и више) имали су већи индекс подизања и њихања тежишта у односу на испитанике женског пола истих година ($p=0.018$), док код испитаника женског пола та разлика није била значајна у односу на године. Разлике нису уочене у осталим испитиваним параметрима *STS* теста. Из добијених резултата закључено је да индекс подизања и њихања тежишта са годинама опада, док време преноса тежишта и њихање тежишта изнад базе ослонца остаје

непромењено без обзира на пол и године у испитиваним групама.

Siriphorn и сарадници⁽²⁰⁾ 2015. године су испитивали утицај чула вида на промену положаја тела у простору. Главна претпоставка аутора је била да визуелне информације могу имати утицај на промену положаја из седећег у стојећи код младих здравих особа. У истраживању учествовала су 23 испитаника узраста од 18 до 23 године. Тест промене положаја („седни и устани тест“ – *STS* тест) реализован је применом *Neurocom Balance Master* кинезиометријске платформе, и то са отвореним и са затвореним очима. Посматрани су следећи параметри: време преноса тежишта (*WTT*), индекс подизања (*RI*) и њихање тежишта изнад базе ослоња у току трансфера (*CSV*). Значајну разлику аутори су уочили у односу на два параметра (*WTT* и *CSV*). Установљено је да без визуелних информација долази до већег постуралног њихања тежишта изнад базе ослоња и пролонгираног времена преноса тежишта приликом обављања трансфера.

Способност спортиста да контролишу положај и померање тежишта предмет је интересовања истраживача, јер се сматра потенцијалним факторима ризика за настанак повреда скочног зглоба. *McGuine* и сарадници⁽²¹⁾ су користећи *Neurocom Balance Master* кинезиометријску платформу испитивали повезаност постуралне контроле са могућом повредом скочног зглоба. У истраживању је учествовало 210 испитаника (119 испитаника мушког пола и 91 испитаник женског пола) средњошколаца који су редовно тренирали кошарку. Процена испитаника вршена је у предсезони. Испитаници у току сезоне нису користили помоћна средства за бандажу скочног зглоба. Код оних испитаника код којих је контрола постуралне стабилности била смањена показана је већа тенденција за повреду скочног зглоба. За испитивање стабилности тежишта коришћен је тест ослоња на једну ногу (*ULS* тест), са отвореним и затвореним очима. Већи постурални скор њихања тежишта био је у корелацији са настанком

повреде скочног зглоба ($p=0.001$). Односно, код испитаника са високим скором њихања учесталост појаве уганућа скочног зглоба била је седам пута већа у односу на испитанике са ниским скором ($p=0.002$).

У студији коју су спровели *Waterman* и сарадници⁽²²⁾ испитиван је утицај одбојке на поједине компоненте баланса. У истраживању је учествовало 27 испитаника женског пола који се професионално баве одбојком, старости од 15 до 29 година. Циљ истраживања је био да се утврди да ли активно учествовање у утакмици утиче на постурално њихање тежишта и дужину искорак. У ту сврху коришћена су два теста горе поменуте кинезиометријске платформе: тест ослоња на једну ногу у условима затворених очију (*ULS* тест) и тест искорак једном ногом (*FL* тест), а испитаници су тестирани пре и непосредно након утакмице. Анализирајући параметре постуралног њихања и дужину искорак између доминантне и недоминантне ноге, пре и након утакмице, нису се уочиле статистички значајне разлике. Међутим, аутори су утврдили да се постурално њихање на доминантној нози знатно повећава ($p=0.005$), а да се дужина искорак обе ноге значајно смањује након утакмице ($p=0.000$). Наведене промене баланса нису биле повезане са временом протеклим од повреде, периодом опоравка као ни са позицијом играча у игри. Објашњење за овакве промене баланса непосредно након утакмице аутори повезују са већим оптерећењем једне ноге и могућим променама у неуромишићној функцији.

Утврђивање разлике у моторичким способностима након ампутације доњег екстремитета проучавали су *Jayakaran* и сарадници⁽²³⁾ и резултате публиковали 2014. године. Узорак истраживања сачињен је од 12 испитаника, подељених у две групе. Прву групу је чинило 6 испитаника са ампутацијом узрокованом васкуларним променама. Другу групу је чинило 6 испитаника са ампутацијом насталом након трауме. У спроведеном истраживању уочена је разлика у моторичким способностима брзог окрета између испитаника прве и друге

групе. Главна хипотеза истраживања је да васкуларне ампутације знатно утичу на моторичке способности брзог окрета у односу на трауматске. За доказивање хипотезе аутори су користили Neurocom Balance Master кинезиометријску платформу, тест корак и брзи окрет (*SQT*) и у оквиру теста су мерили време извршења заокрета (TT) и постурално њихање у заокрету (TS). Статистички значајне разлике јављају се између група у оба испитивана параметра, нарочито приликом окретања на протетисану страну, што указује на потребу модификовања рехабилитационог третмана код особа са ампутацијом доњег екстремитета где је узрок ампутације васкуларне природе.

ЗАКЉУЧАК

Постурална контрола зависи од интеграције импулса визуелног, вестибуларног и периферног нервног система. Мишићна снага, обим покрета, као и време реаго-

вања такође имају утицаја на постуралну стабилност. Компјутеризована техника, у виду кинезиометријских платформи, пружа објективну процену баланса, као и могућност да се прате промене током времена. Због сложености система који учествује у постуралној стабилности, компјутеризована постурографија је оправдано заступљена у различитим научним областима. Широко примењена у медицинској рехабилитацији, у процени оних стања која нарушавају компоненте постуралне стабилности, као и у сагледавању успешности спроведеног третмана, платформа је нашла своје место у неурологији, ортопедији као и мишићно-скелетним дисфункцијама. Једна од врло важних анализа постуралне стабилности је откривање промена у сензомоторном систему које указују на могући ризик од пада. У спорту платформа је врло значајна као метода процене спремности спортиста и могућности појаве ризика од повређивања доњих екстремитета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Јовановић Л., Ковачевић Р., Ереш С., Кљајић Д. Држање тела – постура; Кинезитерапија у циљу превенције и корекције поремећаја држања тела. Београд: Атоспринт; 2014.
2. Павловић М. Одабрана поглавља из опште/основа кинезитерапије. Београд: Еуропринт; 2009.
3. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
4. Riemann BL, Caggiano NA, Lephart SM. Examination of a clinical method of assessing postural control during a functional performance task. *J Sport Rehabil* 1999; 8: 171–83.
5. Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70(7): 510–7.
6. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams, JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992; 83(2): 7–11.
7. Johnson BL, Nelson JK. Practical measurements for evaluation in physical education. 4th Edit. Minneapolis: Burgess, 1979.
8. Koen A.P. Lemmink, Kemper H, Mathieu H.G. de Greef, Rispens PP, Stevens M. *Reliability of the Groningen Fitness Test for the Elderly*. *J Aging Phys Act* 2001; 9: 194–212.
9. Јовановић Л., Ковачевић Р., Ереш С., Кљајић Д. Основи кинезитерапије. Београд: Атоспринт; 2013.
10. Lebib SBA, Missauoi B, Miri I, Salah FZB, Dziri C. Role of the Neurocom Balance Master in assessment of gait problems and risk of falling in elderly people. *Ann Readapt Med Phys* 2006; 49(5): 210–17.

11. NeuroCom International Inc. *Balance Master operator's manual*. Clackamas: NeuroCom International Inc., 2002.
12. Chiari L, Bertani A, Capello A. Classification of visual strategies in human postural control by stochastic parameters. *Hum Mov Sci* 2000; 19(6): 817–42.
13. Lin D, Seol H, Nussbaum M, Madigan M. Reliability of CoP-based postural sway measures and aged-related differences. *Gait & Posture* 2008; 28(2): 337–42.
14. Dillon CF, Gu Q, Hoffman HJ, Ko CW. Vision, hearing, balance and sensory impairments in Americans aged 70 years and older: United States, 1999–2006. *NCHS Data Brief*. 2010; 31: 1–8.
15. Burke TN, Franç, FJR, de Meneses SRF, Pereira RM, Marques AP. Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2012; 26(11): 1021–31.
16. Yang YR, Lee YY, Cheng SJ, Lin PY, Wang RA. Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. *Gait & Posture* 2008; 27(4): 611–5.
17. Nelson AJ, Zwick D, Brody S, Doran C, Pulver L, Rooz G, et al. The validity of the GaitRite and the Functional Ambulation Performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *Neurorehabilitation* 2002; 17: 255–62.
18. Tung FY, Yang YR, Lee CC, Wang RY. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2010; 24(6): 533–42.
19. Feland JB, Hager R, Merrill RM. Sit to stand transfer: performance in rising power, transfer time and sway by age and sex in senior athletes. *Br J Sports Med* 2005; 39(11): 39.
20. Siriphorn A, Chamonchant C, Boonyon S. The effects of vision on sit-to-stand movement. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(1): 83–6.
21. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Leverson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med* 2000; 10(4): 239–44.
22. Waterman N, Sole G, Hale L. The effect of a netball game on parameters of balance. *Phys Ther Sport* 2004; 5(4): 200–7.
23. Jayakaran P, Johnson GM, Sullivan SJ. Turning performance in persons with a dysvascular transtibial amputation. *Prosthet Orthot Int* 2014; 38(1): 75–8.

Контакт: Марија Трајков, Висока здравствена школа струковних студија у Београду,
Цара Душана 254, Београд, моб телефон: 0652322957; email: marijatstankovic@gmail.com