PRIEDAS Nr. 2

MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS 2009, 1 tomas, Nr. 2
SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA 2009, Vol. 1, No. 2

Mechanika, medžiagų inžinerija, pramonės inžinerija ir vadyba
Mechanics, Material Science, Industrial Engineering and Management

ŽMOGAUS PUSIAUSVYROS PARAMETRŲ TYRIMAS

Julius Griškevičius[1], **Edita Jarmalienė**[2], **Inga Maskeliūnaitė**[3]

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
el. p. [1]julius.griskevicius@me.vgtu.lt; [2]edita.jarmaliene@me.vgtu.lt; [3]inga.maskeliunaite@gmail.com

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjama sveikų ir galvos smegenų insultą patyrusių savanorių kūno pusiausvyra ramiai stovint užmerktomis ir atmerktomis akimis. Tyrime dalyvavo 30 sveikų ir 15 galvos smegenų insultą patyrusių savanorių. Buvo atlikti 2 eksperimentiniai tyrimai vienu metu – pusiausvyros stebėjimas naudojant jėgos platformą ir žmogaus masės centro svyravimų stebėjimas naudojant pagreičių jutiklį kartu. Nustatyta, kad savanorių patyrusių galvos smegenų insultą svyravimų amplitudė du kartus didesnė negu sveikų savanorių. Pastebėta, kad sveikų savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo santykis yra tarp 0,9 ir 1, o galvos smegenų insultą patyrusių savanorių – mažesnis už 0,9. Tiriant pusiausvyrą užmerktomis akimis, svyravimų amplitudės padidėjo, o santykinis pasiskirstymas tarp dešinės ir kairės kojų buvo mažesnis.

Reikšminiai žodžiai: žmogaus kūno pusiausvyra, kojų spaudimo santykis, jėgos plokštė, insultas.

Įvadas

Pusiausvyra – tai žmogaus sugebėjimas išlaikyti stabilią statinę kūno padėtį arba išlaikyti reikiamą kūno padėtį atliekant įvairius judesius atskiromis kūno dalimis bei judant įvairiu greičiu visam kūnui (Winter 1990).

Pusiausvyros valdyme dalyvauja sistemos: vestibiulinis aparatas, kuris nustato kūno judėjimo kryptį ir pagreitį, veikiant žemės traukos jėgai; regos sistema, kuri nustato kūno padėtį aplinkoje; somatosensorinė sistema, kuri informuoja apie atskirų kūno dalių tarpusavio padėtį (Duarte *et al* 2000; Riccio *et al* 2000).

Insultas kelia didelę socialinę-ekonominę problemą. Žmonės, patyrę galvos smegenų insultą, susiduria su daugybe sutrikimų: izoliuotų valingų judesių generavimo, raumenų darbo koordinacijos, biomechaninių skeleto ir raumeninės sistemos struktūrų tarpusavio santykio, raumens fiziologijos, regos ir vestibulinio aparato, psichologinių ir socialinių, taip pat patiria skausmą. Visi šie sutrikimai kiekvienas atskirai ar kartu su kitais turi įtakos pusiausvyrai (Olney *et al* 2001; Juocevičius *et al* 2007).

Sutrikusios pusiausvyros atstatymas ir jos lavinimas – sudėtingas ir ilgas procesas, reikalaujantis aktyvaus paciento dalyvavimo jame (Stokes *et al* 2004; Jurgelevičienė *et al* 2007).

Vienas dažniausiai naudojamų instrumentinių statinės pusiausvyros tyrimo metodų – posturografija. Tai žmogaus kūno slėgio centro svyravimų kreivių registravimas ir jų analizė. Posturograma užrašoma tiriamajam ramiai stovint ant jėgos plokštės, kuri matuoja slėgio centro svyravimus išilgine ir skersine kryptimis (Muckus 2006; Karpinsky *et al* 2007; Vieira *et al* 2008).

Pusiausvyros tyrimai atliekami naudojant jėgos plokštę, kuri registruoja slėgio centro judėjimą. Naudojant vieną jėgos plokštę, registruojamas tik vienas slėgio centras. Norint nustatyti slėgio centro padėties pokyčius kiekvienos pėdos atramos plote, reikalingos dvi jėgos plokštės (Hæggström *et al* 2006; Juras *et al* 2008).

Akcelerometrija – vienas iš naujausių pusiausvyros tyrimams naudojamų metodų. Akcelerometrijai naudojami akcelerometrai, tvirtinami prie tiriamojo liemens ir galūnių bei kompiuterinė įranga, matuojamų signalų analizei apdoroti. Akcelerometrų pagalba nustatomi kūno segmentų judėjimo greičiai ir pagreičiai trijose ašyse: vertikalioje, horizintalioje ir skersinėje (Yu *et al* 2008; Winter 1990).

Šio darbo tikslas – įvertinti bei palyginti sveikų ir galvos smegenų insultą patyrusių savanorių statinės pusiausvyros parametrus naudojant jėgos platformą ir akcelerometriją.

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas
ISSN 2029-2341(print)/ISSN 2029-2252 (online)

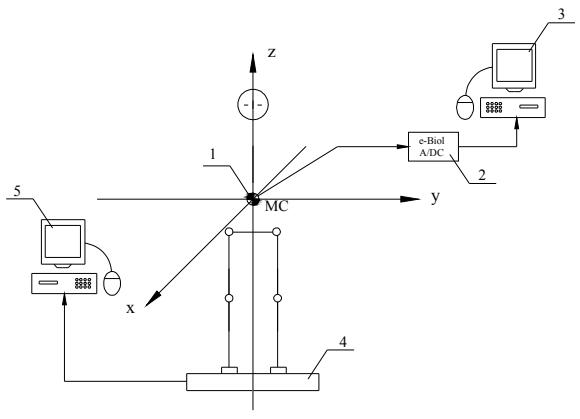
Tyrimo metodika

Buvo atlikti 2 eksperimentiniai tyrimai vienu metu – pirmą tyrimą sudarė pusiausvyros stebėjimas naudojant jėgos platformą (MTD-balance) sujungtą kartu su kompiuteriu, o antrą tyrimą sudarė žmogaus masės centro svyravimų stebėjimas naudojant pagreičių jutiklį (ADXL 320 ± 5 g, 4mm×4mm×1,45mm dydžio) kartu su kompiuteriniu elektrinių signalų įvesties ir valdymo įrenginiu E-biol, kuris yra skirtas analoginių ir skaitmeninių elektrinių signalų įvedimui į PC kompiuterius, taip pat elektrinių signalų generavimui, ir kompiuteriu (1 pav.)

Sveikų savanorių grupę sudarė 30 asmenų (16 vyrų ir 14 moterų, kurių amžiaus vidurkis = 25,97±3,88, ūgis = 175,37±3,88 cm, svoris = 73,67±15,67 kg.). Nei vienas iš savanorių nebuvo patyręs raumenų – kaulų sistemos traumų ar sužalojimų.

Galvos smegenų insultą patyrusių savanorių grupę sudarė 15 asmenų (13 vyrų ir 2 moterys, kurių amžiaus vidurkis = 69±6,04, ūgio vidurkis = 176,93±7,26 cm, svorio vidurkis = 88,13±12,36 kg.). Visų pacientų reabilitacija po galvos smegenų insulto buvo įpusėjusi. Visi dalyviai buvo informuoti apie tyrimo eigą.

Kiekvienam tyrime dalyvaujančiam savanoriui reikėjo 30 s. pastovėti ant jėgos plokštės 3 kartus atmerktomis akimis ir 3 kartus užmerktomis akimis, pertrauka tarp bandymų buvo 2 minutės. Tuo pačiu metu savanoriui stovint ant jėgos plokštės, masės centro srityje buvo pritvirtintas pagreičių daviklis. Jėgos plokštė fiksavo kojų spaudimo jėgą [N], o pagreičių daviklis žmogaus masės centro svyravimų amplitudę X ir Y plokštumoje.



1 pav. Matavimo schema: 1 – pagreičių daviklis, 2 – valdymo įrenginys e-Biol, 3 – kompiuteris, 4 – jėgos plokštė, 5 – kompiuteris

Rezultatai

Pagreičių daviklio ir jėgos plokštės gauti duomenys buvo apdoroti Matlab 7 kompiuterine programa.

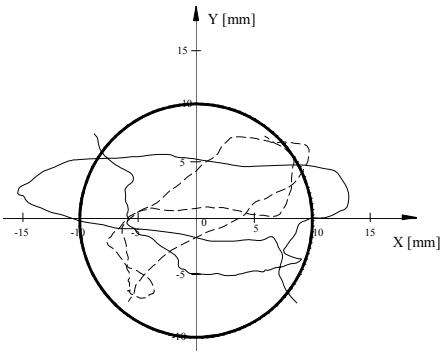
Tyrime dalyvavusių savanorių, antropometrinių duomenų įtaka kūno svyravimų amplitudei išreiškiama kūno masės indeksu, kuris skaičiuojamas taip:

$$I_{BM} = \frac{m}{h^2} \qquad (1)$$

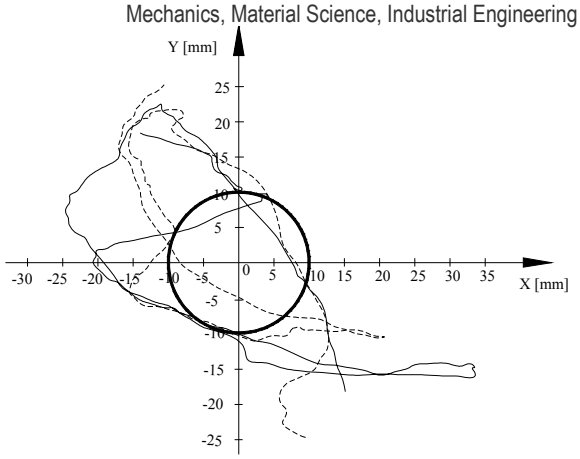
čia: m – savanorio kūno masė; h – savanorio ūgis (Ferrera 2005).

Atlikus pusiausvyros vertinimo tyrimus pastebėta, jog žmonių po smegenų insulto kūno masės centro (MC) svyravimai X ir Y ašimis yra 4 kartus didesni už sveikų savanorių kūno (MC) svyravimus. Sveikų savanorių kūno (MC) svyravimų maksimali amplitudė užsimerkus yra 1,5 karto didesnė nei atsimerkus, o patyrusių galvos smegenų insultą – 3,3 didesnė nei atsimerkus. Savanoriams, patyrusiems galvos smegenų insultą, atsimerkus dominuoja svyravimai X ašimi (į priekį ir atgal), o užsimerkus pastebimas svyravimų padidėjimas ir Y ašimi (į šonus).

Sveikų savanorių grupės kūno (MC) svyravimai lyginant su galvos smegenų insultą patyrusių savanorių duomeninis yra stabilūs ir telpa į 10 mm apskritimo ribas (2 ir 3 pav.).



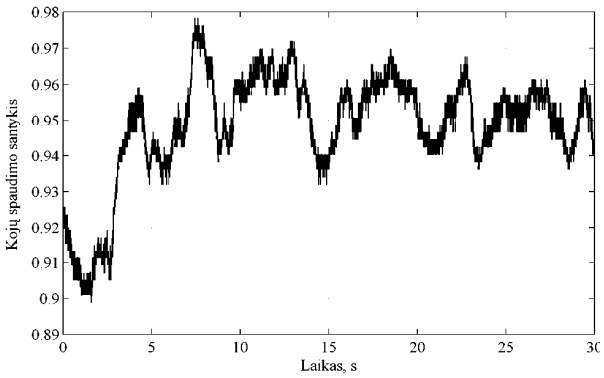
2 pav. Sveikų savanorių posturograma: atsimerkus -----, užsimerkus ———



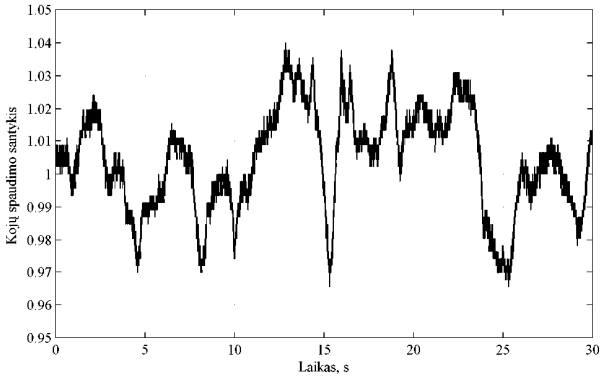
3 pav. Galvos smegenų insultą patyrusių savanorių posturograma: atsimerkus -----, užsimerkus ———

Analizuojant kojų spaudimo santykius tarp sveikų ir galvos smegenų insultą patyrusių savanorių, pastebėta, kad žmonių patyrusių galvos smegenų insultą poslinkio amplitudės yra du kartus didesnės nei sveikų savanorių. Mokslininkai atlikę kūno svyravimų tyrimus pastebėjo, kad svyravimų amplitudės su amžiumi didėja.

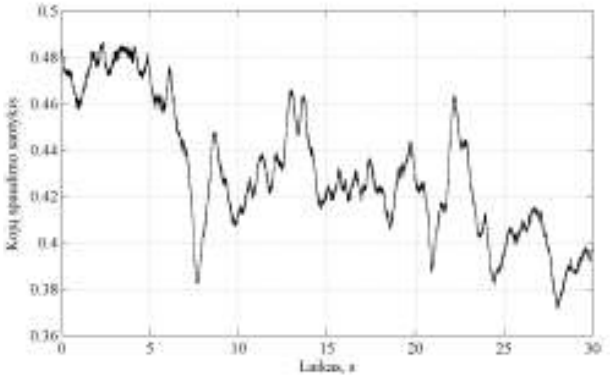
Užsimerkus poslinkio amplitudės didėja, taigi galima teigti, kad vizualinis suvokimas turi įtakos žmogaus pusiausvyrai.



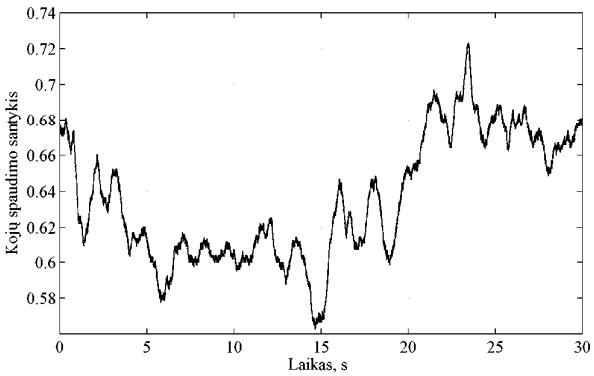
4 pav. Sveikų savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo vidurkis atsimerkus



5 pav. Sveikų savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo vidurkis užsimerkus



6 pav. Galvos smegenų insultą patyrusių savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo vidurkis atsimerkus



7 pav. Galvos smegenų insultą patyrusių savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo vidurkis užsimerkus

Paveiksluose 4 – 7 pavaizduoti kojų spaudimo santykių vidurkiai sveikų savanorių (4, 5 pav. kojų spaudimo santykio vidurkis ± SD = 0.9599±0.03 atsimerkus, kojų spaudimo santykio vidurkis = 0.9581±0.03 užsimerkus) ir galvos smegenų insultą patyrusių savanorių (6, 7 pav. kojų spaudimo santykio vidurkis ± SD = 0.8393±0.128 atsimerkus, kojų spaudimo santykio vidurkis = 0.8367±0.127 užsimerkus). Dešinės ir kairės kojų spaudimo santykių reikšmės artėjančios prie 1 rodo tai, kad žmogus stovi stabiliai, o žemos santykių reikšmės rodo judėjimo funkcijos sutrikimus.

Išvados

1. Pagreičių matuokliu tiesiogiai matuojant masės centro svyravimus galima įvertinti žmogaus pusiausvyrą horizontaliojoje plokštumoje. Atlikus tyrimus pastebėta, kad savanorių, patyrusių galvos smegenų insultą, svyravimų amplitudė du kartus didesnė negu sveikų savanorių.

2. Didesnes svyravimų amplitudes patvirtina ir platformos duomenų analizė. Sveikų savanorių kairės ir dešinės kojų spaudimo santykis yra tarp 0,9 ir 1, o galvos smegenų insultą patyrusių savanorių – mažesnis už 0,9.

3. Vizualinis aplinkos suvokimas įtakoja žmogaus pusiausvyros stabilumą. Tiriant pusiausvyrą užmerktomis akimis, svyravimų amplitudės padidėjo, o santykinis svorio pasiskirstymas tarp dešinės ir kairės kojų buvo mažesnis.

4. Pusiausvyros sutrikimams įtakos turi ne tik laikysenos ar sveikatos sutrikimai, bet ir kiekvieno žmogaus antropometriniai duomenys. Didelis kūno masės indeksas turi įtakos žmogaus kūno svyravimų augimui.

Padėka

Dėkoju doc. dr. Andželai Šešok už pagalbą rengiant straipsnį.

Literatūra

Hæggström, E.; Forsman, P.; Wallin, A.; Toppila, E.; Pyykkö, I. 2006. Evaluating sleepiness using force platform posturography. IEEE Transactions on biomedical engineering, Vol. 53, No. 8, 1578–1585.

Juras, G.; Słomka, K.; Fredyk, A.; Sobota, G.; Bacik, B. 2008. Evaluation of the limits of stability (LOS) balance test. Journal of Human Kinetics, Vol. 19, 39-52.

Duarte, M.; Harvey, W.; Zatsiorsky, V. M. 2000. Stabilographic analysis of unconstrained standing. Ergonomics. Vol. 43 No.11, 1824–1839.

Riccio, G.E.; McDonald, V. Methods for investigating adaptive postural control. 2000. Los Angeles, CA, Nov, 6–7.

Ferrera, L. A. 2005. Body Mass Index And Health. 144 New York.

Olney, S.T; Griffin, M.P.; Monga, T.N.; McBride, I. 2001. Work and power in gait of stroke patients. Queen's University, Canada. 309–314.

Stokes, M.; Mosby, T. 2004. Neurologicalphysiotherapy. London: Mosby. 211 p.

Muckus, K. 2006. Biomechanikos pagrindai. Kaunas: Lietuvos kūno kultūros akademija. 304 p.

Yu, E.; Abe, M.; Masani, K.; Kawashima, N.; Eto, F.; Haga, N.; Nakazawa, K. 2008. Evaluation of Postural Control in Quiet Standing Using Center of Mass Acceleration: Comparison Among the Young, the Elderly, and People With Stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 89, 1133-1139.

Karpinsky, M.; Kizilova, N. 2007. Computerized posturogprahy for data analysis and mathematical modeling of postural sway during different two-legged and one-legged human stance. Journal of Vibroengineering, Vol. 9, Issue 3, 118-124.

Juocevičius, A.; Zigmantavičiūtė, I.; Janonienė, D. 2007. A comparison of comprehensive rehabilitation and comprehensive rehabilitation with feed-back balance training for acute stroke patients. Journal of Vibroengineering, Vol. 9, Issue 3, 55-57.

Jurgelevičienė, D.; Janonienė, D.; Juocevičius A. 2007. Physical capacity and balance ability after lower limb amputation. Journal of Vibroengineering, Vol. 9, Issue 3, 62-64.

Vieira, TdMM.; Oliveira, de L.F.; Nadal, J. 2008 An overview of age-related changes in postural control during quiet standing tasks using classical and modern stabilometric descriptors. Journal of Electromyography and Kinesiology.

Winter, D.A. 1990. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 277.

REASEARCH OF HUMAN POSTURAL BALANCE PARAMETERS

J. Griškevičius, E. Jarmalienė, I. Maskeliūnaitė

Summary

In present article is being investigated postural balance between subjects with stroke and healthy subjects, with eyes opened and eyes closed. In the research participated 30 healthy subjects and 15 subjects with stroke. At the same time two experimental measurements were performed – postural balance was measured using balance platform and oscillations of the centre of mass were observed using two-axial accelerometer. It was noted, that amplitudes of subjects with stroke were larger almost two times than control group's of healthy subjects. It was find out, that ratios of pressure distribution on both left and right legs are in range from 1 to 0.9 for healthy subjects, and ratios below 0.9 are common for subjects with stroke. When subjects were standing with eyes closed, sway amplitudes were higher and the ratios of load distribution on left and right legs were lower.

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas
ISSN 2029-2341(print)/ISSN 2029-2252 (online)