

# VAIZDINĖS GRĮŽTAMOSIOS INFORMACIJOS POVEIKIS SKIRTINGO AMŽIAUS MOTERŲ PĖDOS LENKIMO IR TIESIMO JUDESIŲ KAITUMUI IR TIKSLUMUI

Vida Janina Česnaitienė, Albertas Skurvydas, Gediminas Mamkus, Vilma Juodžbalienė,  
Dalia Mickevičienė, Edita Kavaliauskienė  
Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva

**Vida Janina Česnaitienė.** Visuomenės sveikatos mokslų magistrė. Lietuvos kūno kultūros akademijos Testinių studijų centro metodininkė, Taikomosios fiziologijos ir kineziterapijos katedros asistentė, biologijos mokslų krypties doktorantė. Mokslinių tyrimų kryptis — senėjimo įtaka raumenų nuovargiui, judesių kaitumui ir stabilumui.

## SANTRAUKA

Vaizdinė grįžtamoji informacija labai svarbi žmogaus judesių valdymo procese, ypač izometrinių raumens susitraukimų metu. Vaizdinės grįžtamosios informacijos pagrindinis uždavinys judesių valdymo procese yra kuo greičiau koreguoti jėgos dydį ir sumažinti judesio atlikimo laiką, kaitumą. Atliekant judesį be grįžtamosios informacijos, pailgėja jo atlikimo laikas. Vyresniojo amžiaus tarpsniu tai gali sukelti eisenos sutrikimų ir padidinti griuvimo riziką.

Šio tyrimo tikslas — nustatyti grįžtamosios informacijos poveikį skirtingo amžiaus moterų pėdos lenkimo ir tiesimo judesių kaitumui ir tikslumui.

Buvo tiriamą 30 sveikų skirtingo amžiaus moterų. 1 grupė — amžiaus vidurkis  $70 \pm 5$  m. ( $n = 15$ ), 2 grupė — amžiaus vidurkis  $25 \pm 5$  m. ( $n = 15$ ). Tiriamosios buvo testuojamos žmogaus kaulų ir raumenų testavimo bei reabilitacijos aparatu „Biodex Medical System 3“. Jos atliko dešinės pėdos izometrinių lenkimo ir tiesimo judesį suteikiant grįžtamąją informaciją ir be jos. Judesio tikslumas ir kaitumas buvo skaičiuojamas pagal R. A. Shmidt, T. D. Lee (1999) ir R. A. Magill (2007) pasiūlytą metodiką.

Rezultatai parodė, kad visų tiriamųjų maksimaliosios valingos jėgos momentas lenkiant pėdą yra statistiškai reikšmingai ( $p < 0,001$ ) didesnis nei ją tiesiant. Jaunesniojo amžiaus tiriamųjų maksimaliosios valingos jėgos momentas lenkiant pėdą yra statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesnis nei vyresniojo amžiaus tiriamųjų. Atliekant pėdos lenkimo ir tiesimo judesius be grįžtamosios informacijos, visų tiriamųjų judesių tikslumas sumažėjo statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ). Vyresniojo amžiaus tiriamųjų pėdos lenkimo ir tiesimo judesių tikslumas statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) mažesnis nei jaunesniojo amžiaus tiriamųjų.

Visų tiriamųjų pėdos lenkimo judesių kaitumui grįžtamoji informacija statistiškai reikšmingo poveikio neturėjo. Atliekant pėdos tiesimo judesius be grįžtamosios informacijos, visų tiriamųjų judesių kaitumas statistiškai patikimai ( $p < 0,05$ ) padidėjo. Lenkiant ir tiesiant pėdą jaunesnės tiriamosios statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) tikslesnės nei vyresniojo amžiaus.

**Raktažodžiai:** senėjimas, judesių valdymas, tikslumas, kaitumas.

## IVADAS

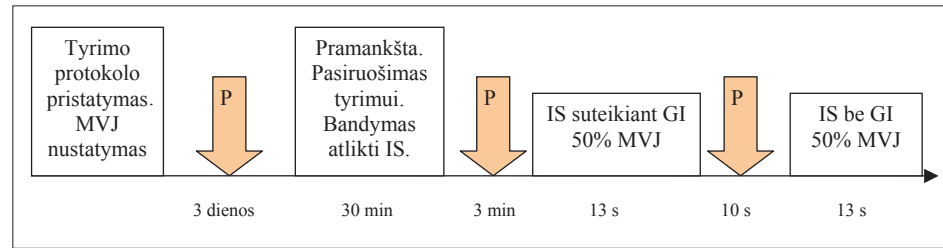
Judesio atlikimas — tai nuolatinis klaidų taisymas (Todorov, Jordan, 2002; Scott, 2004). Tam reikalingas grįžtamasis ryšys. Vienas iš grįžtamojo ryšio informacijos privalumų — sužinoma apie reikiamą pasiekti jėgos dydį. Neteikus šios informacijos, pablogėja judesio atlikimo tikslumas ir kaitumas (Todorov, 2004; Guigon et al., 2008), todėl ji labai svarbi žmogaus judesių valdymo procese, ypač izometrinių raumens susitraukimų metu. Grįžtamosios informacijos pa-

grindinis uždavinys judesių valdymo procese yra kuo greičiau pakoreguoti judesį ir šitaip sumažinti judesio atlikimo laiką ir kaitumą (Hong, Newell, 2008).

Su amžiumi blogėja regimosios, vestibulinės sistemų, proprioreptorių, eksteroreptorių veikla, centrinės nervų sistemos ir raumenų nervinė veikla (Ge'rome et al., 2003), didėja vyresniojo amžiaus žmonių judesių kinematinis kaitumas (Grabiner et al., 2001). Pailgėjus judesio atliki-

### 1 pav. Tyrimo atlikimo protokolai

**Pastaba.** MVJ — maksimaliosio valingos jėgos momentas, GI — grįžtamoji informacija, P — poilsis, S — izometrinis susitraukimas.



mo trukmei, sutrinka vyresniojo amžiaus žmonių eiseną, pusiausvyrą, todėl padidėja rizika nukristi (Ge'rome et al., 2003). Mažėjant griaučių raumenų masei, mažėja ir vyresniojo amžiaus žmonių pėdos lenkiamųjų raumenų jėga. Dėl to pailgėja atsipyrimo nuo paviršiaus judesio trukmė ir sulėtėja eiseną (Norris et al., 2007). Tyrimais nustatyta, kad grįžtamoji informacija labiau veikia rankų nei kojų judesių tikslumą (Prodoehl, Vaillancourt, 2010). Manoma, kad atliekant izometrinius raumens susitraukimus mažesne ar vidutine jėga be grįžtamosios informacijos padidėja pagrindinio raumens (agonisto) aktyvumas, ir šitaip padidinamas judesio atlikimo kaitumas (Baweja et al., 2009). Vyresniojo amžiaus tarpsniu didesnį jėgos valdymo kaitumą lemia ilgesnė regimosios informacijos motorinio apdorojimo trukmė (Vaillancourt et al., 2001).

Vyrauja ir kita nuomonė, kad regimoji informacija neturi įtakos jėgos valdymo kaitumui (Christou, Carlton, 2001; Taylor et al., 2003). Nustatant izometrinio raumens susitraukimo kaitumą ir tikslumą, daugiausia tiriama smiliaus atitraukimo ir pritraukimo (Baweja et al., 2009), blauzdos tiesimo ir lenkimo judesiai (Christou, Carlton, 2002). Pėdos tiesimo judesio trukmės pailgėjimas yra vienas iš rizikos veiksnių pargriūti (Kemoun et al., 2002). Norint sumažinti griuvimų riziką vyresniojo amžiaus tarpsniu, svarbu nustatyti šių judesių tikslumo mažėjimo ir kaitumo didėjimo priežastis. Taigi šio tyrimo tikslas — nustatyti grįžtamosios informacijos poveikį skirtingo amžiaus moterų pėdos lenkimo ir tiesimo judesių kaitumui ir tikslumui.

## TYRIMO METODIKA

Tiriamosios buvo suskirstytos į grupes pagal amžių. 1 grupė — vyresniojo (amžiaus vidurkis  $70 \pm 5$  m.,  $n = 15$ ), 2 grupė — jaunesniojo (amžiaus vidurkis  $25 \pm 5$  m.,  $n = 15$ ) amžiaus moterys. Visos tiriamosios nebuvo patyrę kojų kaulų lūžių, nesirgo neurologiniais ir kitais lėtiniais susirgimais. Pagal M. P. Bryden klausimyną (Bryden, 1986) visų tiriamųjų dominuojanti pusė buvo dešinė. Tiriamosios buvo testuojamos žmogaus

kaulų, raumenų testavimo ir reabilitacijos aparatūra *Biodex Medical System 3*. Buvo testuojama visų tiriamųjų dešinė koja.

**Maksimaliosios valingos jėgos nustatymas.** Maksimaliosios valingos jėgos momentą (MVJ) nustatėme izometrinio režimu, kai koja fiksuota per kelio sąnarį  $20^\circ$  kampu, per čiurnos sąnarį —  $0^\circ$ . Kampas tarp nugaros ir šlaunies  $85^\circ$ . Tiriamųjų prašyta padidinti pėdos lenkimo jėgą iki maksimumo ir išlaikyti 3 sekundes. Procedūra buvo atliekama 3 kartus, pailsint po 2 minutes. Didžiausias MVJ momento rezultatas buvo naudojamas tyrimui atlikti. Po 10 minučių pertraukos tiriant ta pačia metodika kaip ir lenkiant pėdą buvo nustatomas tiriamųjų MVJ momentas tiesiant pėdą. Tiriamosios buvo raginamos didinti jėgą ir dinamometro ekrane matė savo pasiektos jėgos dydį. Tyrimo atlikimo protokolai pavaizduotas 1 paveiksle.

Pagal MVJ momento rezultatą buvo suskaičiuota kiekvienos tiriamosios 50% MVJ reikšmė. Reikiamos procentinės jėgos reikšmė, kurią reikėjo pasiekti ir išlaikyti, dinamometro ekrane buvo pažymėta horizontalia raudona spalva 1,5 mm storio linija. Ekranas įstrižainė 38 cm. Atstumas nuo tiriamosios akių iki ekrano 150 cm. Tiriamosios atliko du 13 s trukmės izometrinius susitraukimus (IS): pirmą — teikiant grįžtamąją informaciją (GI), antrą — be GI. Atliekant antrą IS ekranas buvo uždengiamas baltos spalvos širma.

**IS tikslumo ir kaitumo nustatymas.** IS tikslumui įvertinti buvo skaičiuojamos absoliučios klaidos (AK) pagal R. A. Schmidt, T. D. Lee (1999) ir R. A. Magill (2006) pasiūlytą metodiką. Norėdami duomenis palyginti, skaičiavome kiekvienos tiriamosios AK dydį procentais nuo nustatyto MVJ momento:

$$AK (\%) = AK \times 100 / (50\% MVJ)$$

IS kaitumui nustatyti skaičiavome variacijos koeficientą (VK) pagal formulę:

$$VK = \frac{\sqrt{\sum (x_i - M)^2 / n}}{M} \times 100\% ,$$

čia  $x_i$  — IS jėgos momento dydis (N·m);  $M$  — IS vidurkis;  $n$  — bandymų skaičius.

Grįžtamosios informacijos ir amžiaus poveikis judesių kaitumui ir tikslumui buvo vertinamas naudojant neparametrinių kriterijų analizės metodą. Skirtumo reikšmingumą tarp rodiklių tikrinome *Wilcoxon* ir *Mann-Whitney U* testais.

## REZULTATAI

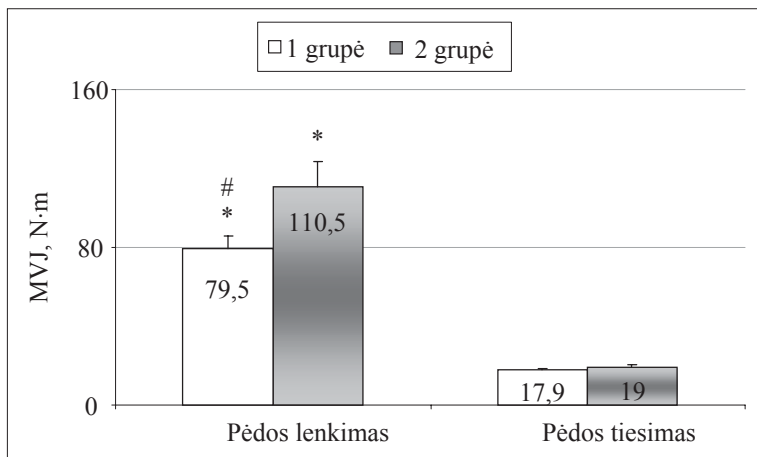
Visų tiriamųjų MVJ momento rodikliai lenkiant pėdą yra statistiškai reikšmingai ( $p < 0,001$ ) didesni nei tiesiant (2 pav.). Jaunesniojo amžiaus tiriamųjų MVJ momentas lenkiant pėdą yra statistiškai reikšmingai didesnis nei vyresniojo amžiaus tiriamųjų (2 pav.).

Lenkiant ir tiesiant pėdą be GI, abiejų grupių tiriamųjų judesių tikslumas sumažėjo statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ). Vyresniojo amžiaus tiriamosios statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) daugiau klysta tiesdamos pėdą ( $AK = 8,3 \pm 3,3\%$ ) nei lenk-

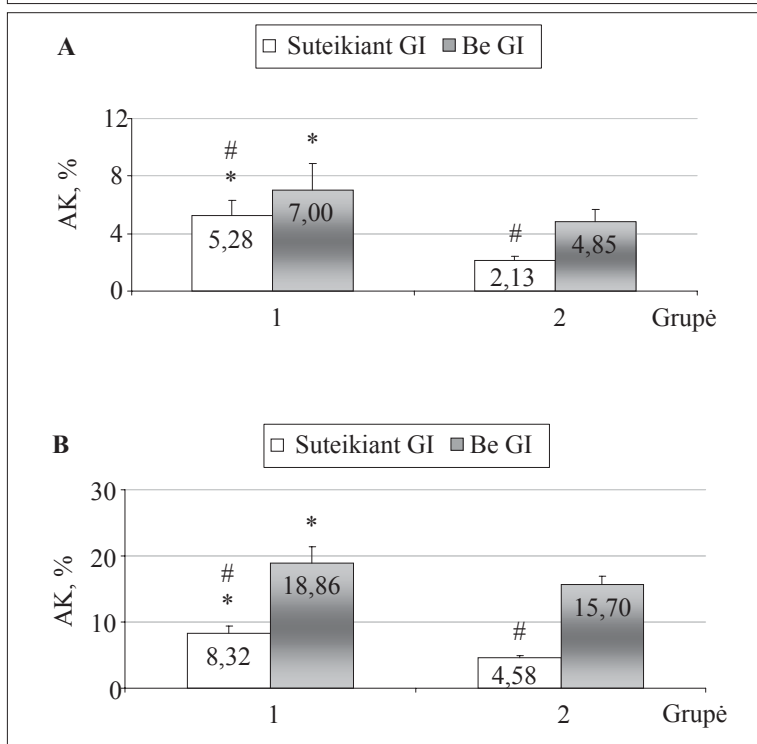
damos ( $AK = 5,3 \pm 3,3\%$ ). Jaunesniojo amžiaus tiriamosios — tiesdamos pėdą ( $AK = 4,6 \pm 1,2\%$ ) nei lenkdamos ( $AK = 2,13 \pm 0,9\%$ ) (3 pav.).

Abiejų grupių tiriamųjų judesių kaitumas lenkiant pėdą be GI statistiškai reikšmingai nepakito. Tiesiant pėdą visų tiriamųjų judesių kaitumas be GI statistiškai reikšmingai didesnis ( $p < 0,05$ ) nei suteikiant ją (3 pav.). Jaunesniojo amžiaus tiriamųjų judesių kaitumas tiesiant pėdą ( $VK = 5,59 \pm 4,42\%$ ) yra statistiškai reikšmingai didesnis ( $p < 0,05$ ) nei lenkiant ( $VK = 1,67 \pm 1,1\%$ ). Vyresniojo amžiaus tiriamųjų judesių kaitumas tiesiant pėdą ( $VK = 9,6 \pm 1,7\%$ ) taip pat yra statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesnis nei lenkiant ( $VK = 2,51 \pm 1,6\%$ ).

Vyresniojo amžiaus tiriamųjų pėdos judesių kaitumas lenkiant ir tiesiant pėdą yra statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesnis nei jaunesniojo amžiaus tiriamųjų (4 pav.).



2 pav. Amžiaus poveikis maksimaliosios va-  
lingos jėgos momentui lenkiant ir tiesiant  
pėdą



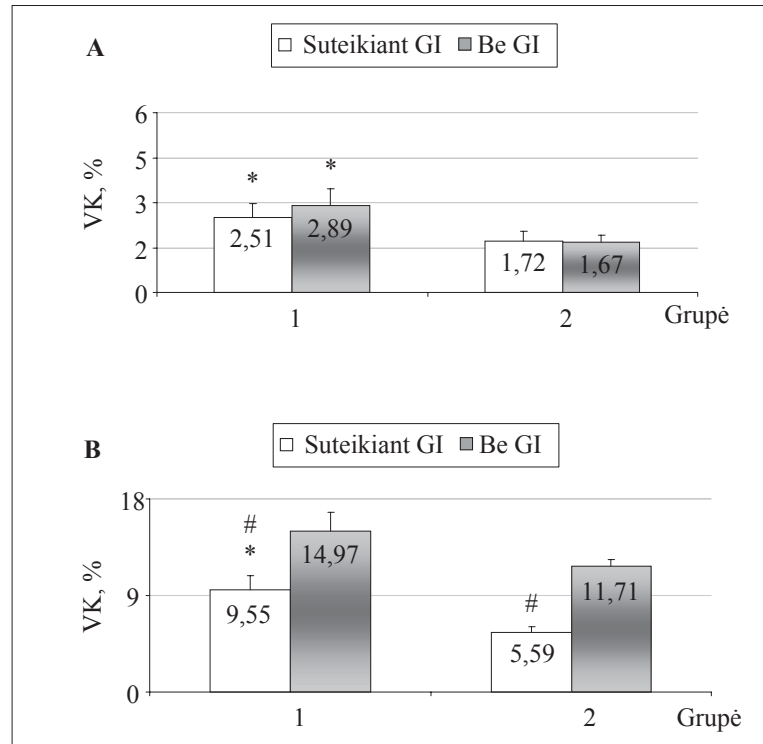
**Pastaba.** # —  $p < 0,05$ , lyginant su 2 grupe;  
\* —  $p < 0,001$ , lyginant su pėdos tiesimo re-  
zultatais.

3 pav. Amžiaus ir grįžtamosios informacijos  
poveikis izometrinų susitraukimų tikslu-  
mui

**Pastaba.** A — pėdos lenkimo judesių tikslumas;  
B — pėdos tiesimo judesių tikslumas.  
# —  $p < 0,05$ , lyginant su pėdos judesių tikslu-  
mu be GI; \* —  $p < 0,05$ , lyginant su 2 grupe.

#### 4 pav. Amžiaus ir grįžtamosios informacijos poveikis izometrinių susitraukimų kaitumui

**Pastaba.** A — pėdos lenkimo judesių kaitumas; B — pėdos tiesimo judesių kaitumas.  
# —  $p < 0,05$ , lyginant su pėdos judesių kaitumu be GI; \* —  $p < 0,05$ , lyginant su 2 grupe.



Jaunesniojo amžiaus tiriamosios statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) mažiau klysta lenkdamos ir tiesdamos pėdą, nei vyresnio amžiaus tiriamosios.

## REZULTATŲ APTARIMAS

Tyrimo rezultatai parodė, kad vyresniojo amžiaus tiriamųjų MVJ momentas lenkiant pėdą yra statistiškai reikšmingai mažesnis nei jaunesniojo amžiaus tiriamųjų. Pėdos tiesimo MVJ momentas abiejų tirtų grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė. MVJ momento mažėjimą su amžiumi lemia griaučių raumenų masės mažėjimas. Dėl amžiaus vykstančios raumenų atrofijos greičiausiai nyksta greitosios raumeninės skaidulos, todėl „lėtųjų“ raumenų susitraukimo jėga su amžiumi kinta lėčiau nei greitųjų raumenų. E. A. Christou ir kt. (2004) nustatė, kad vyresniojo amžiaus žmonių judesių kaitumas didesnis nei jaunų, lyginant tų pačių raumenų izometrinius susitraukimus. Tyrėjai teigia, kad viena iš judesių kaitumo didėjimo vyresniojo amžiaus tarpsniu priežasčių — motorinių vienetų kiekio mažėjimas. Tyrimo metu nustatėme, kad vyresniojo amžiaus tiriamųjų judesio kaitumas lenkiant ir tiesiant pėdą yra statistiškai reikšmingai didesnis, o tikslumas mažesnis nei jaunesniojo amžiaus tiriamųjų. Nuo seno vyrauja hipotezė: su amžiumi nervų sistemoje atsiranda vis daugiau trukdžių (Welford, 1984; Kail, 1997). Vyresniojo amžiaus žmonės regimąją informaciją perteikia motorinei

programai per ilgesnį laiką, ir tai padidina izometrinės jėgos valdymo kaitumą. Pavyzdžiui, nesuteikiant grįžtamosios regimosios informacijos, jėgos kaitumas padidėja (Slifkin et al., 2000). Iš vyresniojo amžiaus žmonių atėmus galimybę matyti, sumažėja judesio atlikimo jėga (Vaillancourt, Newell, 2003). Manoma, kad jėgos valdymo skirtumas vyresniojo amžiaus tarpsniu atsiranda dėl regimosios informacijos motorinio apdorojimo trukmės pailgėjimo (Vaillancourt et al., 2001), kuri parodo, kiek laiko reikia motorinės reakcijos klaidoms suvokti ir jas ištaisyti (Keele, Posner, 1968; Zelaznik et al., 1983). Žmonės veikia kaip paprastos grįžtamosios informacijos valdymo sistemos, todėl pailgėjus informacijos apdorojimo trukmei nukrypimas nuo taikinio būna didesnis (Craig, 1947 a, b). Visgi kiti mokslininkai nepastebėjo, kad grįžtamoji regimoji informacija kaip nors veiktų jėgos valdymą (Christou, Carlton, 2001; Taylor et al., 2003), o kai kurie nustatė, kad tam tikromis eksperimento sąlygomis ji veikia neigiamai (Christou et al., 2004). Mūsų tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad dėl amžiaus atsirandantis regimosios informacijos motorinio apdorojimo trukmės skirtumas padidina jėgos kaitumą (Vaillancourt et al., 2001). Atliekant pėdos lenkimo ir tiesimo judesius be GI, sumažėjo abiejų grupių tiriamųjų judesių tikslumas, tačiau jaunesniojo amžiaus tiriamųjų pėdos lenkimo ir tiesimo judesių tikslumas be GI pakito mažiau nei vyresniojo amžiaus tiriamųjų.

A. F. Hamilton ir kt. (2004) nustatė, kad triukšmo lygis perduodant nervinės kontrolės signalus stambiuose raumenyse yra mažesnis nei smulkiuose. Sinerginėje raumenų grupėje pirmiausia aktyvuojami stambesni raumenys, ir taip garantuojamas mažesnis judesio atlikimo kaitumas ir didesnis tikslumas. Raumens dydžio ir judesių atlikimo kaitumo bei tikslumo ryšį nagrinėjo keletas tyrėjų. E. A. Christou, L. G. Carlton (2002) nustatė, kad kojų judesių kaitumas didesnis, o tikslumas mažesnis nei rankų judesių. A. F. Hamilton ir kt. (2004) nustatė, kad esant mažos jėgos izometrijiams raumens susitraukimams judesių kaitumas yra atvirkščiai proporcingas raumens dydžiui. Mūsų tyrimo rezultatai parodė, kad tiesiant pėdą judesių kaitumas statistiškai reikšmingai didesnis nei lenkiant. Lenkiant pėdą dalyvauja daugiau ir stambesni raumenys (trigalvis blauzdos raumuo, užpakalinis blauzdos raumuo, ilgieji lenkiamieji kojos pirštų raumenys, ilgasis lenkiamasis kojos nykščio raumuo, ilgasis šėivinis raumuo, trumpasis šėivinis raumuo) nei tiesiant pėdą (priekinis blauzdos raumuo, ilgieji tiesiamieji kojos pirštų raumenys, ilgasis tiesiamasis kojos nykščio raumuo). Tai patvirtina A. F. Hamilton ir kt. (2004)

teoriją, kad trukdys, perduodant nervinės kontrolės signalus, stambiuose raumenyse yra mažesni nei smulkiuose.

## IŠVADOS

Vyresniojo amžiaus tiriamųjų maksimaliosios valingos jėgos momentas lenkiant pėdą statistiškai patikimai mažesnis nei jaunesniojo amžiaus tiriamųjų. Tiesiant pėdą abiejų amžiaus grupių tiriamųjų maksimaliosios valingos jėgos momentai nesiskiria.

Statistiškai reikšmingai padidėja ir vyresniojo, ir jaunesniojo amžiaus tiriamųjų judesio atlikimo kaitumas tiesiant pėdą be grįžtamosios informacijos.

Jaunesniojo amžiaus tiriamųjų pėdos lenkimo ir tiesimo judesių kaitumas mažesnis nei vyresniojo amžiaus tiriamųjų, kai judesiai atliekami suteikiant grįžtamąją informaciją ir be jos.

Judesių tikslumas lenkiant ir tiesiant pėdą be grįžtamosios informacijos statistiškai reikšmingai sumažėjo visų tiriamųjų. Lenkiant ir tiesiant pėdą jaunesniojo amžiaus tiriamosios statistiškai reikšmingai tikslesnės nei vyresnės.

## LITERATŪRA

- Baweja, H. S., Patel, B. K., Martinkewiz, J. D., Vu, J., Christou, E. A. (2009). Removal of visual feedback alters muscle activity and reduces force variability during constant isometric contractions. *Experimental Brain Research*, 197 (1), 35—47.
- Bryden, M. P. (1977). Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologia*, 15, 617—624.
- Christou, E. A., Carlton, L. G. (2002). Age and contraction type influence motor output variability in rapid discrete tasks. *Journal of Applied Physiology*, 93, 489—498.
- Christou, E. A., Carlton, L., G. (2001). Old adults exhibit greater motor output variability than young adults only during rapid discrete isometric contractions. *Journal of Gerontology: Biological Sciences*, 56 A, 12, B 524—532.
- Christou, E. A., Jakobi, J. M., Critchlow, A., Fleshner, M., Enoka, R. M. (2004). The 1- to 2-Hz oscillations in muscle force are exacerbated by stress, especially in older adults. *Journal of Applied Physiology*, 97, 225—235.
- Craik, K. J. W. (1947 a). Theory of the human operator in control systems. Part 1. *British Journal of Psychology*, 38, 56—61.
- Craik, K. J. W. (1947 b). Theory of the human operator in control systems. Part 2. *British Journal of Psychology*, 38, 142—148.
- Ge'rome, C., Gauchard, A. B., Pierre Gangloff, A. B., Claude Jeandel, C., Philippe, P. (2003). Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neuroscience Research*, 45, 409—417.
- Grabner, P. C., Biswas, S. T., Grabner, M. D. (2001). Age-related changes in spatial and temporal gait variables. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 31—35.
- Guigon, E., Baraduc, P., Desmurget, M. (2008). Computational motor control: Feedback and accuracy. *European Journal of Neuroscience*, 27, 1003—1016.
- Hamilton, A. F., Jones, K. A. E., Wolpert, D. M. (2004). The scaling of motor noise with muscle strength and motor unit number in humans. *Experimental Brain Research*, 157, 417—430.
- Hong, S. L., Newell, K. M. (2008). Visual information gain and the regulation of constant force levels. *Experimental Brain Research*, 189 (1), 61—69.
- Kail, R. (1997). The neural noise hypothesis: Evidence from processing speed in adults with multiple sclerosis. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 4, 157—165.
- Keele, S. W., Posner, M. I. (1968). Processing of visual feedback in rapid movements. *Journal of Experimental Psychology*, 70, 387—403.
- Kemoun, G., Thoumie, P., Boisson, D., Guieu, J. D. (2002). Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 34 (6), 278—283.
- Magill, R. A. (2007). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. New York: McGraw-Hill.
- Norris, J. A., Granata, K. P., Mitros, M. R., Byrne, E. M., Marsh, A. P. (2007). Effect of augmented plantarflexion power on preferred walking speed and economy in young

and older adults. *Gait Posture*, 25 (4), 620—627.

Prodoehl, J., Vaillancourt, D. E. (2010). Effects of visual gain on force control at the elbow and ankle. *Experimental Brain Research*, 200 (1), 67—79.

Scott, S. H. (2004). Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 532—546.

Shmidt, R. A., Lee, T. D. (1999). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics. P. 544.

Slifkin, A. B., Vaillancourt, D. E., Newell, K. M. (2000). Intermittency in the control of continuous force production. *Journal of Neurophysiology*, 84, 1708—1718.

Taylor, A. M., Christou, E. A., Enoka, R. M. (2003). Multiple features of motor unit activity influence force fluctuations during isometric contractions. *Journal of Neurophysiology*, 90, 1350—1361.

Todorov, E. (2004). Optimality principles in sensorimotor control. *Nature Neuroscience*, 7 (9), 907—915.

Todorov, E., Jordan, M. I. (2002). Optimal feedback control as a theory of motor coordination. *Nature Neuroscience*, 5, 1226—1235.

Vaillancourt, D. E., Newell, K. M. (2003). Aging the time and frequency structure of force output variability. *Journal of Applied Physiology*, 94, 903—912.

Vaillancourt, D. E., Slifkin, A. B., Newell, K. M. (2001). Intermittency in the visual control of force in Parkinson's disease. *Experimental Brain Research*, 138, 118—127.

Welford, A. T. (1984). Between bodily changes and performance: Some possible reasons for slowing with age. *Experimental Aging Research*, 10, 73—88.

Zelaznik, H. N., Hawkins, B., Kisselburgh, L. (1983). Rapid visual feedback processing in single-aiming movements. *Journal of Motor Behavior*, 15, 217—236.

## INFLUENCE OF VISUAL FEEDBACK ON ACCURACY AND VARIABILITY OF FOOT FLEXION AND EXTENSION OUTPUT OF WOMEN OF DIFFERENT AGE

Vida Janina Česnaitienė, Albertas Skurvydas, Gediminas Mamkus, Vilma Juodžbalienė,  
Dalia Mickevičienė, Edita Kavaliauskienė

*Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania*

### ABSTRACT

Visual information is essential in human motor control, and especially in the continuous modulation of isometric force. The gain of visual feedback is, the amount of space used to represent change in force, has shown the affect in both the magnitude and time-dependent properties of variability in the force output.

The aim of this research was to establish the influence of visual feedback on the accuracy and variability of foot flexion and extension output of women of different age.

The studied subjects were healthy women free of neurological diseases: Group 1 — 15 women (mean age —  $70.0 \pm 5$  years,) and Group 2 — 15 women (mean age —  $25.0 \pm 5$  years). The subjects were tested applying the equipment for testing and rehabilitation of human bones and muscles (*Biodex Medical System 3*). We tested the right leg with visual feedback and without it. For the establishment of accuracy and variability of isometric contractions we calculated the absolute errors (Magill, 2007) and coefficient of variation.

The research results showed that maximum voluntary force of foot flexion was statistically significantly higher ( $p < 0.001$ ) than foot extension in both groups. The foot extension force was the same in both groups. Group 1 and Group 2 coefficients of variability of foot extension output with visual feedback were lower than without it ( $p < 0.05$ ). Group 1 made absolute errors of foot flexion and extension output less with visual feedback than without it ( $p < 0.05$ ).

We came to the conclusion that visual feedback improved the accuracy of foot flexion and extension, and the variability of foot extension was statistically significant in both groups of subjects. Older women demonstrated higher variability and made more mistakes in foot flexion and extension output than younger women.

**Keywords:** aging, motor control, accuracy, variability.

Gauta 2010 m. kovo 15 d.  
Received on March 15, 2010

Priimta 2010 m. gegužės 31 d.  
Accepted on May 31, 2010

Vida Janina Česnaitienė  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 37 302642  
E-mail v.cesnaitiene@lkka.lt