

GRĮŽTAMOSIOS INFORMACIJOS POVEIKIS GREITŲ IR TIKSLIŲ 20% RANKŲ JĖGOS IZOMETRINIŲ SUSITRAUKIMŲ ATLIKIMUI

Edita Kavaliauskienė, Albertas Skurvydas, Jūratė Stanislovaitienė, Kazimieras Pukėnas, Nerijus Masiulis, Gintarė Dargevičiūtė
Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva

Edita Kavaliauskienė. Biologijos mokslų krypties doktorantė. Lietuvos kūno kultūros akademijos Lengvosios atletikos katedros asistentė. Mokslinių tyrimų kryptis — motorinės sistemos kompleksinė ir dinaminė adaptacija.

SANTRAUKA

Tyrimo tikslas — ištirti grįžtamosios informacijos poveikį greitiems ir tiksliais rankos raumenų izometriniais susitraukimams atliekant fizinį krūvį 20% jėga. Buvo tiriami jauni fiziškai aktyvūs vyrai dešiniarankiai ($n = 8$) (amžius — $20,0 \pm 1,5$ m. ($\bar{x} \pm SD$)), ūgis — $182,4 \pm 6,5$ cm, kūno masė — $73,0 \pm 5,7$ kg).

Tiriamieji, likus 3 dienom iki tyrimo, buvo supažindinti su būsimo eksperimento eiga, apmokyti, kaip taisyklingai atlikti užduotį ir išmatuota maksimalioji valinga jėga (MVJ). MVJ buvo įvertinta izokinetiniu dinamometru „Biodex System Pro 3“. Tiriamieji krūvį atliko vyraujančią (dešinę) ranka, kuri buvo nustatoma pagal Olfieldo klausimyną. Tiriamasis pasodinamas į izometrinio dinamometro kėdę, atlošo kampas — 90° . Dešinė ranka laikomasi už dinamometro rankenos, kaire — už automobilio saugos diržo, pritvirtinto per juosmenį. Nustatoma visa alkūnės sąnario amplitudė (ištiesus ir sulenkus ranką), ranka fiksuojama per alkūnės sąnarį 80° kampu. Tyrimo metu tiriamieji atliko 20 greitų izometrinį raumenų susitraukimų (GIRS) 20% MVJ be grįžtamosios informacijos suteikimo (be GI) ir po 10 s poilsio — 20 GIRS 20% MVJ su GI. Tiriamieji, atlikdami pratimą taikant GI, izometrinio dinamometro ekrane matydavo jiems reikiamą 20% MVJ nubrėžtą liniją, kad galėtų mokytis pajusti, kokia raumenų susitraukimo jėga reikia atlikti bandymą, kad ji siektų 20% MVJ.

Tyrimo rezultatai parodė, kad absoliučių ir konstantinių klaidų vidurkio reikšmė yra statistiškai reikšmingai mažesnė ($p < 0,05$) atliekant GIRS, kai taikoma GI, nei be jos. Kaitumo klaidoms GI reikšmingo poveikio neturėjo ($p > 0,05$). Dviejų veiksmų dispersinė analizė parodė, kad greitų ir tikslų judesių atlikimo AK, KK ir KaK klaidos mažėja ($p < 0,05$) atliekant 20 balistinių izometrinį kartojimų taikant GI. Be to, nustatėme, kad mokantis su GI AK, KK ir KaK klaidos statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) sumažėjo po pirmos atlikimo serijos ir toliau nepakito.

Taigi galima daryti šias išvadas: a) grįžtamoji informacija sumažina absoliučias ir konstantines klaidas; b) izometrinį susitraukimų kaitumo grįžtamoji informacija neveikia; c) suteikiant grįžtamąją informaciją, izometrinį susitraukimų tikslumas per pirmus 5 kartojimus pagerėja reikšmingai ir toliau nekinta.

Raktažodžiai: izometrinį susitraukimų tikslumas ir kaitumas, mokymasis, vaizdinė grįžtamoji informacija, vidiniai modeliai.

IVADAS

Atliekant naują užduotį labai svarbus grįžtamasis ryšys (Matschiner et al., 1998), kurio tinkamas parinkimas gali palengvinti judesių mokymąsi (Goodman, 2002; Kawashima et al., 2002). Visgi teigiama, kad grįžtamoji informacija nėra svarbi atliekant trumpalaikį (Schenk et al., 2004) labai gerai išmoktą judesį (Karni, 1996). Grįžtamąją informaciją galima suteikti žodžiu (kai pasakomas rezultatas) arba vaizdu — matant veiksmo atlikimą (Magill, 2007). Ją gauname iš

daugybės šaltinių: a) galvos smegenų (eferentinė kopija); b) stuburo smegenų; c) raumenų; d) sausgyslių; e) sąnarių; f) odos; g) akių (Kandel et al., 2000; Enoka, 2002). Kai užduotį atliekame be grįžtamosios informacijos, labai svarbu susidaryti motorinę programą. Tokiu atveju motorinė programa, kuri yra siunčiama iš galvos į stuburo smegenis ir vėliau į raumenis, ne tik valdo judesio atlikimą, bet reguliuoja judesio jutimą. Kada motorinė sistema prisitaiko prie naujos dinaminės

aplinkos, galvos smegenų motorinėje žievėje susikuria vidiniai modeliai, pagal kuriuos centrinė nervų sistema valdo judesių atlikimą. Šie modeliai prognozuoja raumenų jėgą, greitį ir amplitudę, reikalingą kuo tikslesniam judesiui atlikti (Shadmehr, Mussa-Ivaldi, 1994; Imamizu et al., 2000; Takahashi et al., 2006). Nėra visiškai aišku, koku greičiu atliekant tam tikrą pratimą šie modeliai susikuria.

Tiriamieji turėjo kuo tiksliau atlikti greitus ir tikslius 20% savo maksimaliosios valingos jėgos izometrinius susitraukimus suteikiant grįžtamąją informaciją (tiriamieji ekrane matė atliekamą raumenų susitraukimo jėgą) ir be jos. Norėjome ištirti, ar naujų įgūdžių mokymosi procesą veiks grįžtamoji informacija.

Buvo iškeltos hipotezės:

- izometriniai susitraukimai suteikiant grįžtamąją informaciją bus atlikti tiksliau ir stabiliau nei be grįžtamosios;
- pirmi 5 kartojimai labiausiai lems reikiamos raumens susitraukimo jėgos pajutimą nei kiti.

Tyrimo tikslas — ištirti grįžtamosios informacijos poveikį greitiams ir tiksliais rankos raumenų izometriniais susitraukimams juos atliekant 20% jėga.

TYRIMO METODIKA

Tiriamieji. Buvo tiriami jauni fiziškai aktyvūs vyrai dešiniarankiai ($n = 8$), kurių amžius ($\bar{x} \pm SD$) — $20,0 \pm 1,5$ m., ūgis — $182,4 \pm 6,5$ cm, kūno masė — $73,0 \pm 5,7$ kg. Tiriamieji, likus 3 dienoms iki tyrimo, buvo supažindinti su būsimo eksperimento eiga ir pamokyti, kaip taisyklingai atlikti užduotį. Tyrimas atliktas laikantis 1975 m. Helsinkio deklaracijoje priimtų principų dėl eksperimentų su žmonėmis etikos.

Maksimalioji valinga jėga (MVJ). MVJ buvo įvertinta izokinetiniu dinamometru „Biodex System Pro 3“. Tiriamieji krūvį atliko vyraujančia (dešine) ranka, kuri buvo nustatoma pagal Olfieldo klausimyną. Tiriamasis pasodinamas į izometrinio dina-

metro kėdę, atlošo kampas — 90° . Dešinė ranka laikomasi už dinamometro rankenos, kaire — už automobilio saugos diržo, pritvirtinto per juosmenį. Nustatoma visa alkūnės sąnario amplitudė (ištiesus ir sulenkus ranką), ranka fiksuojama per alkūnės sąnari 80° kampu, pasveriamą tada, kai ji fiksuota $60 \pm 5^\circ$ kampu. Kampas tarp tiriamosios rankos žasto ir liemens sudarė 90° . Nustatant MVJ tiriamasis per 3 sekundes turėjo pasiekti savo maksimaliąją raumenų susitraukimo jėgą (nuo 0 N). Atliekami 3 bandymai, rezultatams apskaičiuoti imamas geriausias. Tiriamieji raumenų susitraukimo jėgos liniją matė izometrinio dinamometro ekrane.

Greiti ir tikslūs izometriniai susitraukimai (GTIS). Apskaičiavome individualią kiekvieno tiriamojo 20% MVJ. Tiriamieji 1 s intervalais turėjo atlikti 20% savo jėgos vienkartinis staigius izometrinius raumenų susitraukimus. Pratimas atliekamas suteikiant grįžtamąją informaciją (su GI) ir be jos (be GI). Atliekdami pratimą suteikiant GI, tiriamieji izometrinio dinamometro ekrane matydavo jiems reikiamą 20% MVJ liniją, kuri suteikdavo informaciją apie atliekamą krūvį.

Likus 3 dienoms iki tyrimo, tiriamieji buvo supažindinti su jo eiga ir nustatyta kiekvieno iš jų MVJ. Tiriamieji atliko (1 pav.):

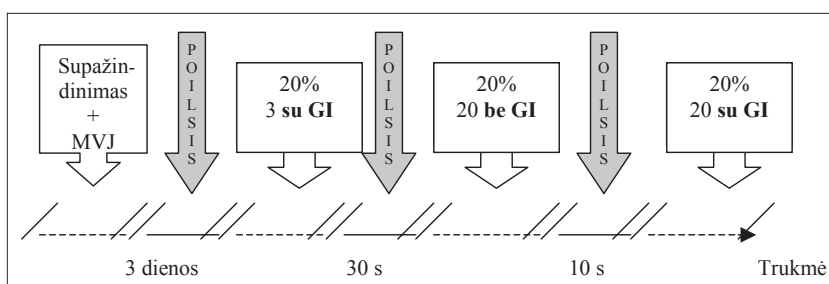
- 3 bandomuosius GIRS 20% MVJ suteikiant GI;
- 20 GIRS 20% MVJ be GI suteikimo;
- po 10 s poilsio — 20 GIRS 20% MVJ suteikiant GI.

Izometriniam susitraukimo tikslumui įvertinti buvo apskaičiuojamos absoliučios, kaitumo ir konstantinės klaidos (Magill, 2007).

Absoliučios klaidos suteikia informacijos apie klaidos dydį, rodo izometrinio susitraukimo tikslumą. Jos buvo apskaičiuojamos pagal formulę:

$$\text{Absoliuti klaida} = \sum |x_i - T| / n,$$

čia: x_i — raumenų susitraukimo jėga (N·m); T — taikinio dydis, 20% maksimaliosios valingos jėgos (MVJ) (N·m); n — susitraukimų skaičius (20 GIRS); vertikalūs skliausteliai (||) reiškia, kad vidurkis buvo apskaičiuojamas nekreipiant dėmesio į algebrinius ženklus (+ / -)



1 pav. Tyrimo protokolai

Pastaba. GI — grįžtamoji informacija; MVJ — maksimalioji valinga jėga.

Absoliučios klaidos rodo absoliutų nuokrypį nuo „reikiamos“ raumenų susitraukimo jėgos. Pavyzdžiui: jei tiriamajam reikia stengtis atlikti raumenų susitraukimą 20% MVJ, ir tai sudaro 20 N·m, o jis atlieka 17,5 N·m, tai absoliutus nuokrypis lygus 2,5 N·m. Arba: jei atlieka 21 N·m, tai absoliutus nuokrypis lygus 1 N·m.

Kaitumo klaidos buvo apskaičiuojamos pagal formulę:

$$\text{Kaitumo klaida} = \sqrt{\sum (x_i - \text{KKvid})^2 / n},$$

čia: x_i — raumenų susitraukimo jėga (N·m); KK vid. — konstantinių klaidų vidurkis; n — susitraukimų skaičius (20 GIRS); skliausteliai () reiškia, kad vidurkis buvo apskaičiuojamas kreipiant dėmesį į algebrinius ženklus (+ / -).

Šios klaidos rodo pratimo atlikimo nesuderinamumą arba, atvirkščiai, nuoseklumą (darnumą), stabilumą.

Konstantinės klaidos rodo raumenų susitraukimo jėgos nesimetriškumo tendenciją (Schmidt, Lee, 1999; Magill, 2007). Šios klaidos buvo apskaičiuojamos pagal formulę:

$$\text{Konstantinė klaida} = \Sigma (x_i - T) / n,$$

čia: x_i — raumenų susitraukimo jėga (N·m); T — taikinio dydis — 20% maksimaliosios valingos jėgos (MVJ) (N·m); n — susitraukimų skaičius (20 GIRS); skliausteliai () reiškia, kad vidurkis buvo apskaičiuojamas kreipiant dėmesį į algebrinius ženklus (+ / -).

Matematinė statistika. Išanalizavus tyrimo duomenis apskaičiuotas aritmetinis rezultatų vidurkis (\bar{x}), vidutinis standartinis nuokrypis (s). Norint nustatyti, kaip judesių atlikimo greitumas ir tikslumas priklauso nuo kartojimų (pirmas veiksnys) bei grįžtamosios informacijos (antras veiksnys), naudojome daugiamatę dviejų veiksnių

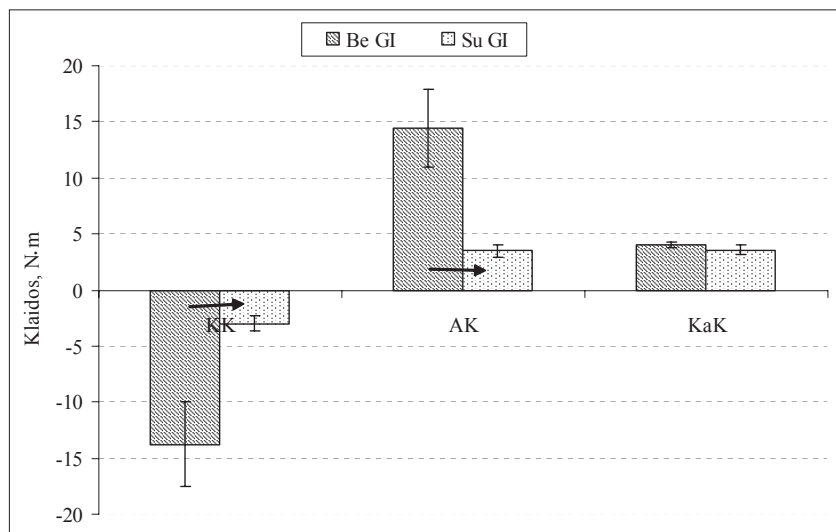
blokuotųjų duomenų (kartotinių bandymų) dispersinę analizę. Daugiamatės dispersinės analizės panaudojimą lemia tiriamų dydžių (absoliučių, kaitumo ir konstantinių klaidų) koreliacija. Kai kartotinių bandymų rodiklių skirtumas buvo reikšmingas, poveikiui detalizuoti naudojome *post hoc* Bonferonio kriterijų.

REZULTATAI

Prieš tyrimą buvo išmatuota dešinės rankos MVJ, kuri siekė $91,7 \pm 16,7$ N·m. Pagal išmatuotą MVJ apskaičiavome 20% jėgą ($18,4 \pm 3,2$ N·m), kuria tiriamieji turėjo atlikti GIRS tiek suteikiant GI, tiek be jos. Reikiamą 20% raumenų susitraukimo jėgą tiriamieji pasiekdavo be GI per $0,16 \pm 0,08$ s, o suteikiant ją — per $0,15 \pm 0,06$ s ($p > 0,05$).

- 1. Kaip pakito AK, KaK ir KK 20 kartų atliekant GIRS suteikiant grįžtamąją informaciją ir be jos?** Tyrimo rezultatai parodė, kad absoliučių ir konstantinių klaidų vidurkio reikšmė yra statistiškai reikšmingai mažesnė ($p < 0,05$) atliekant GIRS su GI nei be jos (2 pav.). KaK GI reikšmingo poveikio neturėjo ($p > 0,05$).
- 2. Greičiau išmoksime atlikti tikslius GIRS suteikiant GI ar be jos?** Dviejų veiksnių dispersinė analizė atskleidė, kad greitų ir tikslų judesių atlikimo AK, KK ir KaK klaidos mažėja ($p < 0,05$) atliekant 20 balistinių izometrinį kartojimų suteikiant GI (3 pav.). Be to, suskirsčius 20 GIRS po 5 nustatyta, kad mokymosi metu suteikiant GI AK, KK ir KaK statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) sumažėjo po pirmos atlikimo serijos ir toliau nepakito.

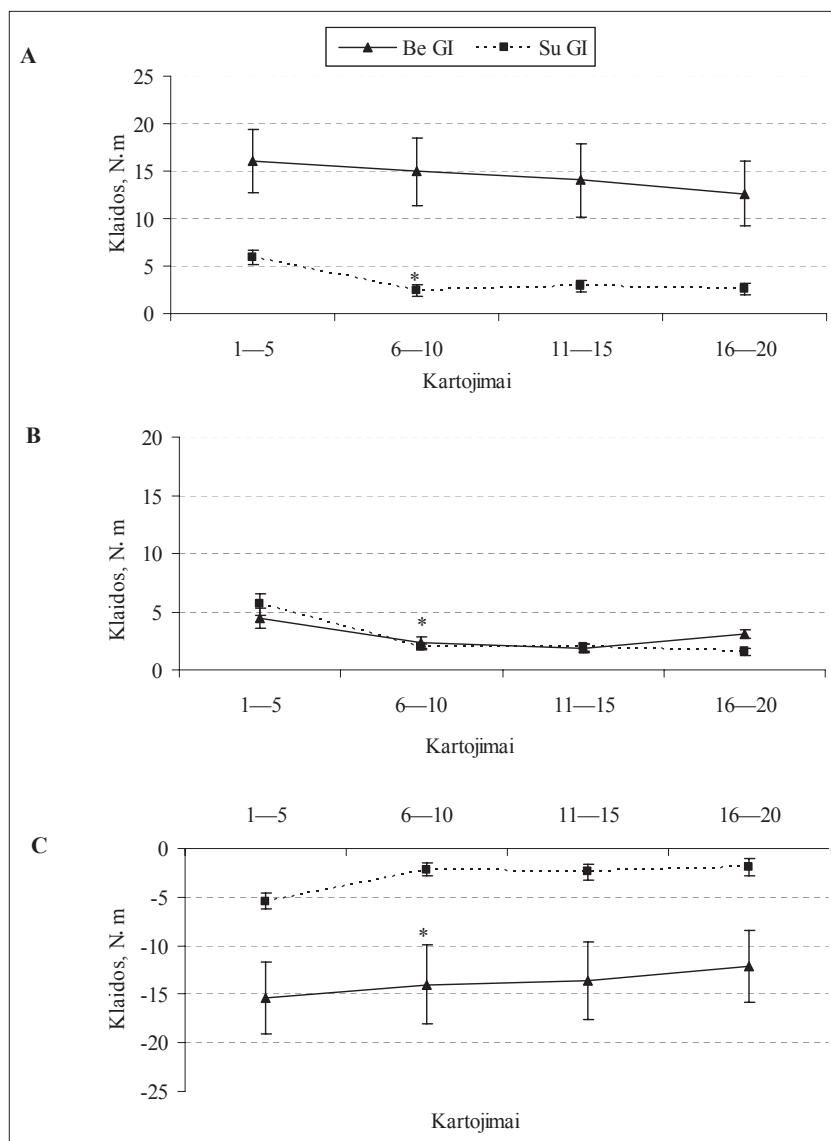
2 pav. Konstantinių (KK), absoliučių (AK) ir kaitumo klaidų (KaK) vidurkių, padarytų suteikiant grįžtamąją informaciją (GI) ir be jos, palyginimas



Pastaba. $p < 0,01$.

Lentelė. Absoliučių, kaitumo ir konstantinių klaidų, padarytų suteikiant grįžtamąją informaciją ir be jos, pokytis per pirmus 5 kartojimus

Absoliučios		Kaitumo		Konstantinės	
Be GI	Su GI	Be GI	Su GI	Be GI	Su GI
10,53 ± 10,14%	58,2 ± 10,4%	30,9 ± 16,6%	48,9 ± 19,9%	2,4 ± 15,7%	62,4 ± 11,7%



3 pav. 20 GIRS 20 % MVJ absoliučių (A), kaitumo (B) ir konstantinių (C) klaidų, padarytų be grįžtamosios informacijos (be GI) ir suteikiant ją (su GI), pokytis 5 serijų atžvilgiu (serijoje po 5 GIRS)

Pastaba. * — $p < 0,05$, palyginti su ankstesne serija.

REZULTATŲ APITARIMAS

Iš tyrimo rezultatų galima daryti tokias išvadas: a) grįžtamoji informacija sumažina absoliučias ir konstantines klaidas; b) izometrinių susitraukimų kaitumo grįžtamoji informacija neveikia; c) atliekant izometrinius susitraukimus su grįžtamoji informacija per pirmus 5 kartojimus tikslumas pagerėja reikšmingai ir toliau nekinta.

Užduoties atlikimo tikslumą rodo absoliučios klaidos (Magill, 2007), stabilumą — kaitumo klaidos, kurios dažnai apibrėžiamas kaip sensomotorinės sistemos stabilumo rodiklis (Newell, Corcos, 1993; Beers et al., 2004), atlikimo nesimetriškumo tendenciją — konstantinės klaidos (Magill, 2007).

Taigi norint, kad izometriniai susitraukimai būtų atliekami tiksliau ir stabiliau, t. y. 20% MVJ, absoliučių, kaitumo ir konstantinių klaidų reikšmės turėjo būti artimos nuliui.

Tiriamieji daug tiksliau atliko užduotį tada, kai apie atliekamą veiksmą buvo suteikta grįžtamoji informacija (2 pav.). Taigi ekrane matydami jėgos kreivę tiriamieji galėjo tiksliau atlikti izometrinių raumenų susitraukimą. Tai patvirtina autorių (Todorov, Jordan, 2002; Scott, 2004) nuomonę, kad be grįžtamosios informacijos neįmanomas joks judesių mokymosi procesas. Grįžtamosios informacijos reikšmę spartesniam mokymuisi patvirtina ir D. Mickevičienės su bendraautoriais (2006) tyrimas, kurio pagrindinė išvada — šuolio į aukštį

pakartojimo tikslumas priklauso nuo grįžtamosios informacijos.

Kuomet atliekame pratimą gaudami grįžtamąją informaciją, yra aktyvuojamos tam tikros smegenų sritys — dešinioji apatinė ir priekinės smegenų žievės skiltys, koreguojančios pratimo atlikimą (Kawashima et al., 2002). Taigi aktyvuojant šias smegenų sritis lengviau mokytis judesių. T. Schenk su bendraautoriais (2004) teigia, kad vaizdinė grįžtamoji informacija skirtingai veikia tam tikrų judesių tikslumo pagerėjimą. Tiriamųjų gaudymo ir griebimo judesių rezultatai parodė, kad grįžtamoji informacija yra efektyvesnė atliekant griebimo judesius.

Labai įdomūs rezultatai gauti ištyrus kaitumo klaidas. Nustatyta, kad izometrinių susitraukimų kaitumas nepriklauso nuo grįžtamosios informacijos (2 pav.). Kaitumo klaidos tiek suteikiant GI, tiek be jos buvo vienodos ($4,0 \pm 0,8$ N·m; $3,6 \pm 1,3$ N·m; $p > 0,05$).

Kada motorinė sistema prisitaiko prie naujos dinaminės aplinkos, galvos smegenų žievėje susikuria vidiniai modeliai, pagal kuriuos centrinė nervų sistema valdo judesių atlikimą. Šie modeliai prognozuoja raumenų jėgą, greitį ir amplitudę, reikalingą kuo tikslesniam judesiui atlikti (Shadmehr, Mussa-Ivaldi, 1994; Imamizu et al., 2000; Takahashi et al., 2006). Suskirsčius 20 GIRS po 5, matyti, kad tiriamieji, per pirmus 5 kartojimus gaudami

grįžtamąją informaciją, užduotį atliko tiksliau ir stabiliau. Be grįžtamosios informacijos per 5 kartojimus tikslumas ir stabilumas statistiškai patikimai nepagerėjo. Ankstesnio tyrimo metu (Lingytė ir kt., 2007), kai tiriamieji mokėsi kuo tiksliau atlikti 30% maksimalaus aukščio šuolius gaudami grįžtamąją informaciją, padarėme išvadą, kad per labai trumpą laiko tarpą (atliekant 10 šuolių) galvos smegenyse susiformuoja vidiniai modeliai, leidžiantys daug stabiliau ir tiksliau atlikti judesį. Remiantis šiais autoriais (Shadmehr, Mussa-Ivaldi, 1994; Imamizu et al., 2000; Takahashi et al., 2006; Lingytė ir kt., 2007) galima teigti, kad vidiniai modeliai greičiau susikuria, kai yra suteikiama grįžtamoji informacija. Pastebėjome, kad modeliams susidaryti užtenka 5 kartojimų. Tačiau nėra aišku, kiek ilgai išlieka tokie judesius valdantys modeliai.

IŠVADOS

Taigi galima teigti, kad atliekant izometrinius balistinius ir tikslius raumenų susitraukimus 20% jėga, grįžtamoji informacija sumažina absoliučias ir konstantines klaidas, tačiau nekeičia kaitumo. Be to, net per pirmus penkis kartojimus suteikiant grįžtamąją informaciją reikšmingai pagerėja izometrinių susitraukimų tikslumas. Tai, ko gero, gali lemti vidinių modelių (dinaminių tiesioginių prognozuojamų) susidarymas.

LITERATŪRA

- Beers, R. J., Haggard, P., Wolpert, D. M. (2004). The role of execution noise in movement variability. *Journal of Neurophysiology*, 91, 1050—1063.
- Enoka, R. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Goodman, J. S. (2002). The interactive effects of task and external feedback on practice performance and learning. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 76 (3), 223—252.
- Imamizu, H., Miyauchi, S., Tamada, T. et al. (2000). Human cerebellar activity reflecting an acquired internal model of a new tool. *Nature*, 403, 192—195.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (2000). *Principles of Neural Science*. New York: McGraw-Hill.
- Karni, A. (1996). The acquisition of perceptual and motor skills: A memory system in the adult human cortex. *Cognitive Brain Research*, 5, 39—48.
- Kawashima, R., Tajima, N., Yoshida, H. et al. (2002). The effect of verbal feedback on motor learning — A PET study. *NeuroImage*, 12 (6), 698—706.
- Lingytė, E., Skurvydas, A., Kudirkaitė, J. ir kt. (2007). Šuolių atlikimo tikslumo ir stabilumo kaita mokymosi metu. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 2 (65), 37—43.
- Magill, R. A. (2007). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. New York: McGraw-Hill.
- Matschiner, S., Shea, C. H., Wulf, G. (1998). Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 30 (2), 180—182.
- Mickevičienė, D., Skurvydas, A., Drebulys, G., Brazaitis, M. ir kt. (2006). Grįžtamosios informacijos ir judesio kaitumo ryšys atliekant šuolius į aukštį iš vietos 50% maksimaliosios jėgos intensyvumu. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 2 (61), 25—31.
- Newell, A. M., Corcos, D. M. (1993). *Variability and motor control*. Human Kinetics Publishers.
- Schenk, T., Mairand, B., Zihl, J. (2004). The use of visual feedback and on-line target information in catching and grasping. *Experimental Brain Research*, 154 (1), 85—96.
- Scott, S. (2004). Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 534—546.
- Shadmehr, R., Mussa-Ivaldi, F. A. (1994). Adaptive representation of dynamics during learning of a motor task. *Journal of Neuroscience*, 14 (5), 3208—3224.
- Takahashi, C. D., Nemet, D., Rose-Gottron, C. M. et al. (2006). Effect of muscle fatigue on internal model formation and retention during reaching with the arm. *Journal of Applied Physiology*, 100, 695—706.
- Todorov, E., Jordan, M. (2002). Optimal feedback control as a theory of motor coordination. *Nature Neuroscience*, 5 (11), 1226—1235.

THE INFLUENCE OF FEEDBACK ON SPEED-ACCURACY ISOMETRIC CONTRACTIONS PERFORMING 20% OF HAND FORCE

Edita Kavaliauskienė, Albertas Skurvydas, Jūratė Stanislovaitienė,
Kazimieras Pukėnas, Nerijus Masiulis, Gintarė Dargevičiūtė
Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the influence of feedback on performing speed-accuracy isometric contractions 20% of hand muscle force. The subjects in this study were healthy physically active right-hand dominant men ($n = 8$) (20.0 ± 1.5 years of age (mean \pm standard deviation), 182.4 ± 6.5 cm height, 73.0 ± 5.7 kg body mass). The experiment was performed applying isokinetic dynamometer "Biodex System Pro 3". The subjects performed the task with the right (dominant) hand, which was identified by Olfield questionnaire. For testing each participant was seated on the isokinetic dynamometer chair with the backrest angle at 90° . The movement was performed in isometric contraction with the elbow joint angle at 80° . Three days before the experiment, the subjects were given instructions how to perform speed-accuracy isometric contractions (SAIC), and they were allowed to familiarize with the procedure. Then their maximal voluntary contraction (MVC) was tested. 20% MVC force was computed on the basis of MVC force. The subjects made 20 speed-accuracy isometric contractions (SAIC) with visual feedback information (VFI) and 20 without it. Rest time between contractions with and without VFI was 10 seconds. We provided each participant verbal encouragement and visual feedback allowing them to view the gradation of force on the monitor of isokinetic dynamometer.

The results of the research demonstrated that the average of absolute and constant errors were significantly less when SAIC were performed with VFI ($p < 0.05$). There were no statistically significant differences for variable error ($p > 0.05$). Absolute, variable and constant errors significantly decreased ($p < 0.05$) when performing 20 SAIC with VFI. We estimated that learning with VFI significantly decreased the absolute, variable and constant errors after the first 5 SAIC ($p < 0.05$) and they did not change further on.

In conclusion, visual feedback information significantly decreases absolute and constant errors. The visual feedback information did not influence the variability of isometric contractions. Performing with VFI accuracy significantly increased after the first 5 isometric contractions and then it did not change.

Keywords: accuracy and variability of isometric contraction, motor learning, visual feedback information, internal model.

Gauta 2008 m. kovo 3 d.
Received on March 3, 2008

Priimta 2008 m. birželio 18 d.
Accepted on June 18, 2008

Edita Kavaliauskienė
Lietuvos kūno kultūros akademija
(Lithuanian Academy of Physical Education)
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas
Lietuva (Lithuania)
Tel +370 37 302674
E-mail ledita3@yahoo.com