

anaerobic alactic power. However, muscle mass correlation with aerobic power indices in AT is weak ($r=0,5$, $p>0,05$). There was also noticed a statistically unreliable correlation with LCI aerobic capacity endurance indices ($r=0,62$, $p>0,05$). Special 10s

work power has a reliable correlation with LCI work endurance indices ($r=0,64$) though correlation with aerobic work power at AT is unreliable ($r=0,49$).

Keywords: rowing, physical development, functional capacity, special power, correlation.

Einius Petkus
Vilniaus pedagoginio universiteto
Sporto ir sveikatos fakulteto
Sporto metodikos katedra
Studentų g. 39, LT-06316 Vilnius
Tel. +370 5 273 48 58
Mob. +370 685 63 648

Gauta 2006 11 27
Patvirtinta 2007 02 22

Judesių reakcijos laiko ir greičio analizė

**Doc. dr. Ilona Judita Zuoženė¹, prof. habil. dr. Albertas Skurvydas¹, dr. Dalia Mickevičienė¹,
doc. dr. Aurelijus Kazys Zuoza¹, Ronaldas Endrijaitis², Soneta Ivanovė¹**
Lietuvos kūno kultūros akademija¹, Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija²

Santrauka

Mūsų tyrimo tikslas – nustatyti reakcijos laiko ir judesių greičio ypatumus atliekant judesius dešine ir kaire ranka priklausomai nuo tiriamųjų imties specifikos ir keičiant užduoties sudėtingumo sąlygas.

Tyrime dalyvavo sveiki sportuojantys ir nesportuojantys vaikinai: 5 lengvaatlečiai sprinteriai, 17 dziudo imtynininkų, 14 rankininkų ir 50 Lietuvos karo akademijos pirmojo kurso studentų. Tiriamieji į grupes buvo suskirstyti pagal imties specifiką.

Tyrimai buvo atlikti Lietuvos kūno kultūros akademijos Žmogaus motorikos laboratorijoje naudojant žmogaus rankų ir kojų judesių dinaminių parametrų analizatorių DPA-1 (patento Nr. 5251; 2005 08 25). Tiriamieji atliko tris užduotis: reakcijos, greitumo ir tikslumo. Tyrimo metu reakcijos ir tikslumo užduotyse buvo registruojamas dešinės (D-RT) ir kairės (K-RT) rankos reakcijos laikas (ms) bei greitumo ir tikslumo užduotyse – dešinės (D-Vmax) ir kairės (K-Vmax) rankos didžiausias judesio greitis (cm/s).

Tyrimo rezultatai parodė, kad visų imčių tiriamųjų, atliekančių judesius dešine ar kaire ranka, reakcijos laiko rodikliai nesiskyrė, taip pat šiam rodikliui įtakos neturėjo užduoties sudėtingumas. Nuo tiriamųjų imties priklausė reakcijos laiko rodiklių reikšmės – reakcijos ir tikslumo užduotyse lengvaatlečių sprinterių reakcijos laikas buvo reikšmingai trumpesnis ($p < 0,05$) nei dziudo atstovų ir kariūnų. Nustatyta, kad didžiausiojo judesių greičio rodikliai priklauso nuo užduoties sudėtingumo: greitą ir tikslų judesį tiriamieji atliko lėčiau nei paprastą greitą judesį ($p < 0,01$), nors tiriamųjų imties specifiškai rezultatams įtakos neturėjo. Reakcijos laiko rodiklių sklaida yra nedidelė (VA % nuo 4,0 iki 12,9), o didžiausiojo judesių greičio rodiklių – vidutinė ir didelė (VA % nuo 12,6 iki 25,7). Imties specifiškai ir užduoties sudėtingumas mūsų tiriamųjų rezultatų kintamumui įtakos neturėjo. Per 15 bandymų tiriami rodikliai, lyginant su pradine reikšme, statistiškai reikšmingai nekito, tačiau reakcijos laiko rodiklių koreliacinis ryšys tarp pirmo ir kitų bandymų skirtingo sudėtingumo užduotyse buvo silpnas, o didžiausiojo judesių greičio rodiklių – stiprus.

Raktažodžiai: reakcijos laikas, judesių greitis, užduoties sudėtingumas.

Įvadas

Žmogaus judamosios (motorinės) sistemos raida ir ypatumai, judamasis (motorinis) elgesys (*motor behavior*), judesių valdymas (*motor control*) jau daugelį metų yra mokslinių tyrimų objektas. Šiandien neabejojama, kad judamoji sistema priklauso prie kompleksinių, dinaminių ir adaptyvių sistemų (Kaplan, Glass, 1995; Kauffman, 1995; Latash, 1998; Kelso, 1999; Goldberger et al., 2000, 2002; Skurvydas, Mamkus, 2000; Worpert, 2001; Christou et al., 2002; Newell et al., 2003; Stergiou, 2004; ir kt.).

Daugelis mokslininkų tyrinėjo judesių reakcijos laiko, greičio ir taiklumo priklausomybės ryšį greito

taikymosi užduotyse. Tiriant judamąją veiklą šie judesių valdymo mechanizmai nagrinėjami įvairiais lygiais, pradedant molekulinio ir baigiant centrinės nervų sistemos integracine raumenų valdymo funkcija (Meyer et al., 1988; Schmidt et al., 1999). Labiausiai paplitusį greičio ir taiklumo abipusio priklausomumo tyrimo modelį pasiūlė P. M. Fittsas (1954), šis modelis judesių valdymo teorijoje yra žinomas kaip *Fittso dėsnis*. Tačiau nėra gausu tyrimų, analizuojančių judesių reakcijos laiko ir greičio rodiklius atsižvelgiant į tiriamųjų imties specifiką. Yra iškelta keletas prielaidų, kad judesių valdymo ypatumams žmogaus ontogenezeje įtakos turi pavel-

dimumo ar aplinkybių (ugdymo, mokymo, lavinimo) veiksniai arba ir paveldimumo, ir aplinkybių veiksmų kombinacija (Yan et al., 2000).

Mūsų **tyrimo tikslas** – nustatyti reakcijos laiko ir judesių greičio ypatumus atliekant judesius dešine ir kaire ranka priklausomai nuo tiriamųjų imties specifikos ir keičiant užduoties sudėtingumo sąlygas.

Siekdami užsibrėžto tikslo stengėmės atsakyti į šiuos klausimus: 1) ar skiriasi reakcijos laikas ir judesių greitis atliekant judesį dešine ir kaire ranka ir ar tai priklauso nuo tiriamųjų imties specifikos; 2) ar priklauso reakcijos laikas ir judesio greitis nuo užduoties sudėtingumo sąlygų; 3) kokie yra tiriamųjų parametrų variacijos rodikliai atliekant judesius dešine ir kaire ranka; 4) kiek tiriamųjų parametrų variacijos rodikliai priklauso nuo užduoties sudėtingumo ir ar imties specifika daro įtaką tiriamųjų parametrų kintamumui; 5) kokia yra tiriamųjų rodiklių kaita per 15 bandymų.

Tyrimo metodika

Tiriamieji – sveiki sportuojantys ir nesportuojantys vaikinai: sportininkai, kultivuojantys įvairias sporto šakas (lengvosios atletikos sprinto rungtis, dziudo imtynes, rankinį) ir Lietuvos karo akademijos pirmojo kurso studentai. Tiriamieji į grupes buvo suskirstyti pagal imties specifiką. Tiriamųjų amžiaus, ūgio ir svorio rodikliai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Tiriamųjų amžiaus, ūgio ir kūno masės rodikliai ($\bar{x} \pm S_x$)

Rodiklis Tiriamųjų grupė	Amžius (m.)	Ūgis (m)	Svoris (kg)	Tiriamųjų skaičius (n)
Lengvaatlečiai sprinteriai	21,0 $\pm$ 0,84	186,0 $\pm$ 1,64	80,2 $\pm$ 4,49	5
Dziudistai	17,5 $\pm$ 0,73	176,6 $\pm$ 2,23	72,4 $\pm$ 3,32	17
Rankininkai	16,7 $\pm$ 0,16	187,5 $\pm$ 1,76	82,5 $\pm$ 3,90	14
Kariūnai	19,1 $\pm$ 0,11	182,3 $\pm$ 1,06	76,9 $\pm$ 1,13	50

Tiriamieji buvo supažindinti su tyrimo eiga. Tyrimo protokolas buvo aptartas ir patvirtintas Kauno medicinos universiteto biomedicininį tyrimų etikos komitete.

Tyrimai buvo atlikti Lietuvos kūno kultūros akademijos Žmogaus motorikos laboratorijoje naudojant žmogaus rankų bei kojų judesių dinaminių parametrų analizatorių DPA-1 (patento Nr. 5251; 2005 08 25). Prietaiso DPA-1 techninės charakteristikos ir reakcijos laiko bei judesių greičio tyrimo metodika detalai aprašyta I. J. Zuožienės ir kt. (2005) straipsnyje.

Tyrimo eiga. Tiriamieji atliko tris užduotis: reak-

cijos, greitumo ir tikslumo. Reakcijos užduotis buvo tokia: kiek galima greičiau sureaguoti į ekrane atsirandantį taikinį (žalią apskritimą) ir pajudinti prietaiso rankeną. Paaiškinus užduotį, buvo leidžiama atlikti tris bandymus, jų rezultatai nebuvo fiksuojami. Tada 15 kartų iš eilės buvo atliekama užduotis viena, paskui 15 kartų kita ranka. Tarp bandymų buvo 7–10 s pertraukėlė. Tyrimo metu buvo registruojamas dešinės (D-RT) ir kairės (K-RT) rankos reakcijos laikas (ms).

Po 5 min tiriamieji atliko antrą užduotį – greitumo: pasirodžius ekrane taikiniui kuo greičiau reikėjo atlikti judesį taikinio link. Po trijų bandymų, kurių rezultatai nebuvo fiksuojami, 15 kartų iš eilės buvo atliekama užduotis viena, paskui 15 kartų kita ranka. Tarp bandymų buvo 7–10 s pertraukėlė. Tyrimo metu buvo registruojamas dešinės (D-Vmax) ir kairės (K-Vmax) rankos didžiausiojo judesio greitis (cm/s).

Po antrosios užduoties praėjus 5 minutėms buvo atliekama tokia tikslumo užduotis: kiek galima greičiau sureaguoti į ekrane pasirodantį taikinį ir stumti prietaiso rankeną taip, kad simbolio skritulys ekrane kuo greičiau tikslia trajektorija pasiektų taikinio skritulį ir sustotų jame. Judesio pabaigos momentas buvo fiksuojamas tik tada, kai rankenos simbolio centras sustodavo taikinio skritulyje per nustatytą laiką (100 ms). Paaiškinus užduotį, buvo atliekami trys bandymai, jų rezultatai nebuvo fiksuojami. Tada 15 kartų iš eilės buvo atliekama užduotis viena, paskui 15 kartų kita ranka. Tarp bandymų buvo 7–10 s pertraukėlė. Tyrimo metu buvo fiksuojami šie rodikliai: dešinės (D-RTJT) ir kairės (K-RTJT) rankos reakcijos laikas (ms), dešinės (D-Vmax-JT) ir kairės (K-Vmax-JT) rankos didžiausiojo judesio greitis (cm/s).

Matematinės statistikos metodai. Apskaičiuotos tiriamųjų rodiklių aritmetinio vidurkio reikšmės ($\bar{X}$), vidutinis kvadratinis nuokrypis (σ), paklaida ($S\bar{x}$), variacijos koeficientas (VA %), koreliacijos koeficientas (r). Nustatytas rezultatų skirtumo patikimumo lygmuo pagal Studento nepriklausomų imčių *t* kriterijų atliekant užduotis dešine ir kaire ranka bei atskirų imčių rezultatų skirtumų reikšmingumas.

Tyrimo rezultatai

Dešinės ir kairės rankos reakcijos laiko ir judesio greičio skirtumai. Tyrimo rezultatai parodė, kad reikšmingo skirtumo tarp visų imčių tiriamųjų reakcijos laiko rodiklių atliekant judesius **dešine ir kaire ranka** reakcijos (D-RT ir K-RT) ir tikslu-

2 lentelė

Tiriamųjų reakcijos laikas (ms) atliekant skirtingas užduotis ir skirtumo patikimumo reikšmės

Tiriamųjų grupė	Statistiniai rodikliai	Reakcijos užduotis		Tikslumo užduotis		Stjudento t kriterijaus reikšmės			
		D-RT	K-RT	D-RTJT	K-RTJT	D-RT/ K-RT	D-RTJT/ K-RTJT	D-RT/ D-RTJT	K-RT/ K-RTJT
Lengvaatlečiai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	243,7 9,7 4,4 4,0	248,3 20,4 9,1 8,2	242,6 11,4 5,1 4,7	242,9 17,8 8,0 7,3	-0,454	-0,034	0,172	0,447
Dziudistai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	265,8 28,2 6,8 10,6	272,1 33,0 8,0 12,1	267,1 17,3 4,2 6,5	270,5 31,9 7,7 11,8	-0,594	-0,381	-0,157	0,147
Rankininkai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	249,5 23,5 6,3 9,4	256,6 18,8 5,0 7,3	249,5 24,0 6,4 9,6	256,8 19,5 5,2 7,6	-0,886	-0,889	0,002	-0,030
Kariūnai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	265,4 26,5 3,7 10,0	275,2 35,4 5,0 12,9	271,7 32,0 4,5 11,8	278,8 32,3 4,6 11,6	-1,567	-1,098	-1,073	-0,528
Stjudento t kriterijaus reikšmės ir patikimumo p lygmuo									
Lengvaatlečiai / dziudistai		-2,720 p < 0,05	-1,959	-3,709 p < 0,01	-2,479 p < 0,05				
Lengvaatlečiai / rankininkai		-0,754	-0,797	-0,842	-1,461				
Lengvaatlečiai / kariūnai		-3,773 p < 0,001	-2,586 p < 0,01	-4,272 p < 0,001	-3,905 p < 0,001				
Dziudistai / rankininkai		1,762	1,638	2,299 p < 0,05	1,459				
Dziudistai / kariūnai		0,053	-0,332	-0,750	-0,929				
Rankininkai / kariūnai		-2,180 p < 0,05	-2,624 p < 0,01	-2,835 p < 0,01	-3,165 p < 0,01				

Pastaba: D-RT ir K-RT – dešinės ir kairės rankos reakcijos trukmė reakcijos užduotyje atitinkamai; D-RTJT ir K-RTJT – dešinės ir kairės rankos reakcijos trukmė tikslumo užduotyje atitinkamai.

mo (D-RTJT ir K-RTJT) užduotyse nepastebėta ($p > 0,05$), tačiau **tos pačios rankos** reakcijos laiko rodikliai skyrėsi priklausomai nuo tiriamųjų imties specifikos (2 lentelė): a) skirtingo sudėtingumo užduotyse geriausi rodikliai buvo lengvaatlečių sprinterių – reakcijos D-RT $243,7 \pm 4,4$ ms ir K-RT $248,3 \pm 9,1$ ms bei tikslumo užduotyse D-RTJT $242,6 \pm 5,1$ ir K-RTJT $242,9 \pm 8,0$ ms (2 lentelė); b) sprinterių reakcijos laikas abejuose užduotyse buvo reikšmingai ($p < 0,05$) trumpesnis, lyginant su dziudistais ir kariūnais; c) rankininkų reakcijos laikas abejuose užduotyse buvo reikšmingai ($p < 0,05$) trumpesnis nei kariūnų.

Analizuojant judesių greičio rodiklius greitumo ir tikslumo užduotyse rodiklių reikšmingas skirtumas atliekant judesį dešine ir kaire ranka nustatytas tik kai kurių imčių tiriamųjų – dziudistai lėčiau judesį atlieka kaire ranka greitumo (atitinkamai D-Vmax $255,0 \pm 7,8$ cm/s ir K-Vmax $225,22 \pm 8,5$ cm/s,

$p < 0,05$), o kariūnai – tikslumo (atitinkamai D-Vmax-JT $165,4 \pm 4,2$ cm/s ir K-Vmax-JT $181,4 \pm 6,2$ cm/s, $p < 0,05$) užduotyse. Kitų grupių tiriamųjų reikšmingi skirtumai tarp rezultatų atliekant tokio pat sudėtingumo užduotis skirtingomis rankomis nebuvo nustatyti ($p > 0,05$) (3 lentelė). Nenustatytas ir rezultatų skirtumas tarp atskirų tiriamųjų imčių. Tačiau tyrimo rezultatai rodo, kad visų imčių tiriamieji greitumo užduoties metu judesius abiem rankomis atlieka didesniu greičiu nei tikslumo užduotyje (patikimumo lygmuo tarp D-Vmax ir D-Vmax-JT bei tarp K-Vmax ir K-Vmax-JT yra $p < 0,01$) (3 lentelė).

Reakcijos laiko ir judesių greičio rodiklių kintamumas. Siekiant įvertinti tiriamųjų rodiklių sklaidą apskaičiuoti tirtų imčių variacijos koeficientai. Analizuojant reakcijos laiko variacijos koeficientus pastebėta, kad skirtingų imčių tiriamųjų, atliekančių judesius dešine ir kaire ranka reakcijos ir tikslumo užduotyse, rezultatai varijuoja nuo 4,0 iki 12,9 %.

3 lentelė

Tiriamųjų didžiausias judesių greitis (cm/s) atliekant skirtingas užduotis ir skirtumo patikimumo reikšmės

Tiriamųjų grupė	Statistiniai rodikliai	Greitumo užduotis		Tikslumo užduotis		Stjudento t kriterijaus reikšmės			
		D-Vmax	K-Vmax	D-VmaxJT	K-VmaxJT	D-Vmax/ K-Vmax	D-VmaxJT/ K-VmaxJT	D-Vmax/ D-VmaxJT	K-Vmax/ K-VmaxJT
Lengvaatlečiai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	261,8 52,0 23,3 19,9	247,3 49,4 22,1 20,0	170,6 24,0 10,7 14,1	177,0 30,1 13,5 17,0	0,451	-0,371	3,556 p<0,01	3,720 p<0,01
Dziudistai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	255,0 32,1 7,8 12,6	235,2 35,2 8,5 15,6	160,0 25,8 6,3 16,2	167,7 29,9 7,2 17,8	2,581 p<0,05	-0,806	9,508 P<0,001	5,139 p<0,001
Rankininkai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	258,6 41,5 11,1 16,1	261,4 53,8 14,4 20,6	149,8 35,0 9,4 23,4	156,5 36,4 9,7 23,2	-0,156	-0,501	7,493 p<0,001	6,043 p<0,001
Kariūnai	$\bar{X}$ σ $S\bar{x}$ VA %	242,9 29,6 3,9 12,2	239,2 42,9 5,7 17,9	165,4 31,2 4,2 18,9	171,4 46,7 6,2 25,7	0,535	-2,137 p<0,05	13,500 p<0,001	8,003 p<0,001
Stjudento t kriterijaus reikšmės ir patikimumo p lygmuo									
Lengvaatlečiai / dziudistai		0,275	0,934	0,855	0,610				
Lengvaatlečiai / rankininkai		0,126	-0,534	1,461	1,233				
Lengvaatlečiai / kariūnai		0,800	0,357	0,453	-0,298				
Dziudistai / rankininkai		-0,259	-2,164 p<0,05	0,905	0,920				
Dziudistai / kariūnai		1,390	-1,359	-0,720	-1,437				
Rankininkai / kariūnai		1,328	1,435	-1,524	-2,154 p<0,05				

Pastaba: D-Vmax-RT ir K-Vmax-RT – dešinės ir kairės rankos didžiausias judesių greitis reakcijos užduotyje atitinkamai; D-Vmax ir K-Vmax – dešinės ir kairės rankos didžiausias judesių greitis greitumo užduotyje atitinkamai; D-Vmax-JT ir K-Vmax-JT – dešinės ir kairės rankos didžiausias judesių greitis tikslumo užduotyje atitinkamai.

Mažiausi šių rodiklių variacijos koeficientai buvo lengvaatlečių (nuo 4,0 iki 8,2 %) ir rankininkų (nuo 7,3 iki 9,6 %), didžiausi – dziudistų (nuo 6,5 iki 12,1 %) ir kariūnų (nuo 10,0 iki 12,9 %). Pagal variacijos koeficientų reikšmes tirtų imčių reakcijos laiko rezultatų sklaida vertintina kaip nedidelė. Testo sudėtingumas variacijos koeficientui iš esmės įtakos nedaro.

Didesni rezultatų variacijos koeficientai pastebėti analizuojant judesių greičio rodiklius. Įvairių grupių tiriamųjų greitumo užduotyje variacijos koeficiento rodikliai svyruoja nuo 12,6 iki 20,6 %, o tikslumo užduotyje – nuo 14,1 iki 25,7 % (atitinkamai sprinterių – 14,1–20,0 %; dziudistų – 16,2–17,8 %, rankininkų – 16,1,2–23,4 % ir kariūnų grupėje – 12,2–25,7 %). Pagal variacijos koeficientų reikšmes tirtų imčių judesių greičio rezultatų sklaida vertintina kaip vidutinė ir didelė.

Reakcijos laiko ir judesių greičio kaita per 15

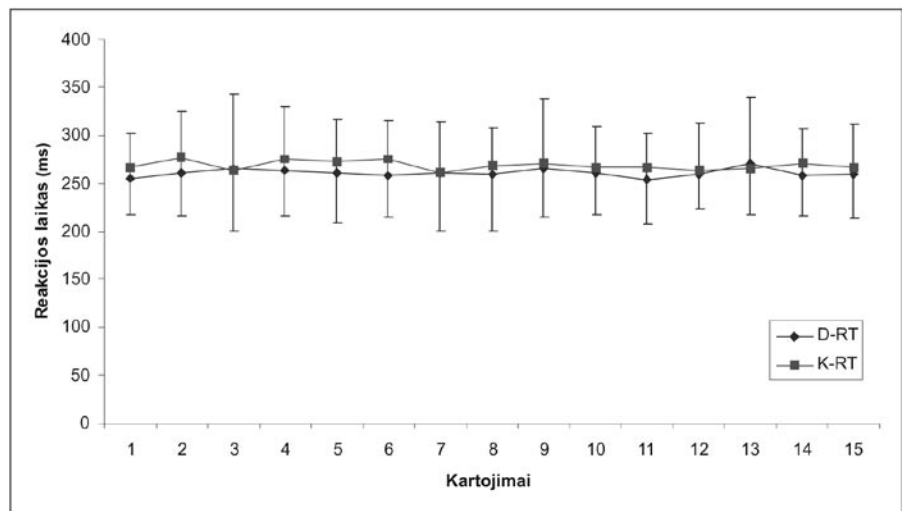
bandymų. Analizuojant reakcijos laiko kaitą per 15 bandymų atliekant reakcijos užduoties judesius tiek dešine, tiek ir kaire ranka reikšmingų skirtumų, lyginant su pradine reikšme, nenustatyta ($p > 0,05$). Tikslumo užduotyje statistiškai reikšmingi skirtumai tarp skirtingų rankų rezultatų buvo nustatyti per 9 ir 15 bandymą ($p < 0,05$), tačiau, lyginant su pradine reikšme, skirtumų nebuvo ($p > 0,05$). Šios tendencijos nustatytos visų tiriamųjų grupių skirtingo sudėtingumo užduotyse (1 ir 2 pav.). Koreliacinis ryšys tarp pirmo ir kitų bandymų per 15 judesių kartojimo seriją yra silpnas – reakcijos užduotyje koreliacijos koeficientas svyruoja nuo $r = 0,416$ iki $r = -0,058$, taiklumo užduotyje – nuo $r = 0,367$ iki $r = -0,176$.

Analizuojant dešinės ir kairės rankos didžiausią judesių greitį per 15 bandymų atliekant judesius tiek dešine, tiek ir kaire ranka reikšmingų skirtumų, lyginant su pradine reikšme, taip pat nenustatyta ($p > 0,05$), tačiau buvo pastebėti reikšmingi skir-

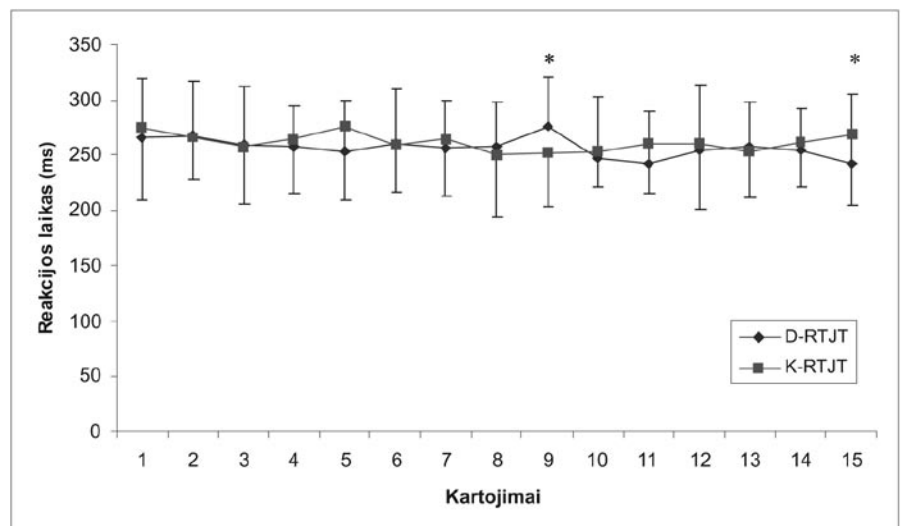
tumai tarp dešinės ir kairės rankos didžiausiojo greičio greitumo užduotyje 1, 3–5 ir 9 kartojimų metu ($p < 0,05$). Tikslumo užduotyje didžiausias judesių greitis abiejų rankų per visus 15 bandymų buvo reikšmingai mažesnis nei greitumo užduotyje ($p < 0,05$) (3 pav.). Koreliacijos koeficientas tarp pirmo ir kitų 14 bandymų greitumo užduotyje yra stiprus – svyruoja nuo $r = 0,860$ iki $r = 0,634$, o tikslumo užduotyje – nuo $r = 0,868$ iki $r = 0,542$.

Tyrimo rezultatų aptarimas

Atliekant greitus judesius svarbu gebėti ne tik greitai atlikti patį judesį, bet ir sparčiai jį pradėti, t. y. turėti gerą reakciją. Reagavimo greitis priklauso nuo: nervinio signalo siuntimo į centrinę nervų sistemą (CNS), sprendimo priėmimo, judesių (motorinės) programos sudarymo, signalo siuntimo į raumenis spartos. Nervinio signalo siuntimo į CNS greitis priklauso nuo receptorių jautrumo ir signalo stiprumo, o jo sklaidimo į raumenis greitis – nuo judesių programos aiškumo ir jos pastiprinimo. Reakcijos būna paprastosios ir sudėtingosios. Jos skiriasi savo latentiniu laikotarpiu. Paprastoji reakcija – tokia, kai veikia vienas ir iš anksto žinomas dirgiklis (signalas) ir tėra vienas, taip pat iš anksto žinomas būdas jį atsakyti. Sudėtingoji reakcija pasižymi tuo, kad čia yra galimi keli dirgikliai, į kuriuos galima atsakyti keliais būdais. Tiesa, ir čia tie galimi dirgikliai dažniausiai yra iš anksto žinomi, tačiau nežino-

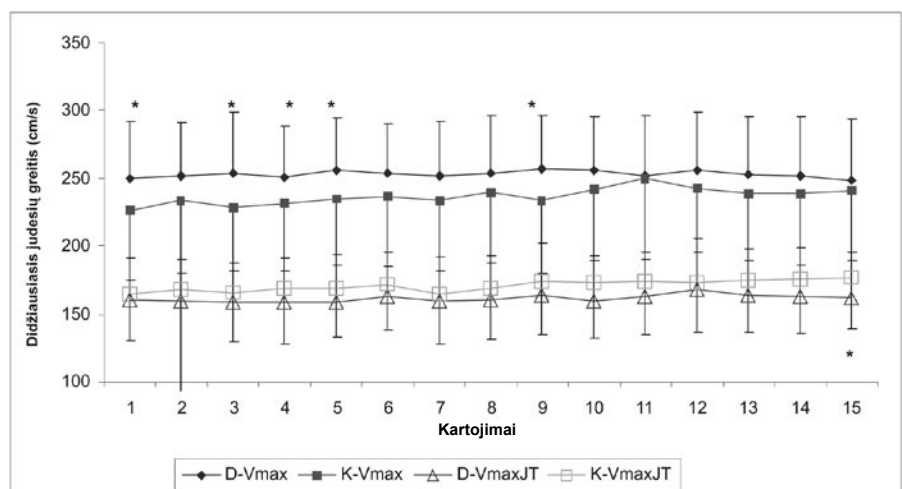


1 pav. Tiriamųjų reakcijos į ekrane pasirodžiusį dirgiklį laiko kaita per 15 bandymų stumiant rankenas dešine ir kaire ranka reakcijos užduotyje



2 pav. Tiriamųjų reakcijos į ekrane pasirodžiusį dirgiklį laiko kaita per 15 bandymų stumiant rankenas dešine ir kaire ranka tikslumo užduotyje

Pastaba: * – $p < 0,05$, lyginant dešinės ir kairės rankos rezultatus.



3 pav. Didžiausiojo judesių greičio (cm/s) kaita atliekant judesius dešine ir kaire ranka greitumo ir tikslumo užduotyse

Pastaba: * – $p < 0,05$, lyginant dešinės ir kairės rankos rezultatus greitumo užduotyje.

ma, kada ir kuris dirgiklis konkrečiu atveju pasirodys, ir iš anksto nežinoma, kuriuo iš galimų būdų reikės tuo konkrečiu atveju į būsimą dirgiklį reaguoti.

Reakcijos struktūroje yra išskiriami trys laikotarpiai:

1. Sensorinis (jutiminis) – susijęs su dirgiklio suvokimu (pamatymu, išgirdimu ir t. t.).
2. Asociacinis – susijęs su įsisąmoninimu, t. y. supratimu, kad pamatytas dirgiklis yra būtent tas, į kurį reikia reaguoti. Šiuo momentu atgyja laikini nerviniai ryšiai tarp regos ir judėjimo analizatorių.
3. Judamasis (motorinis) – susijęs su impulsų atsiradimu smegenų žievės motoriniame rajone ir jų sklidimu eferentiniais neuronais į atitinkamus raumenis.

Veiksmo pradžia, pirmasis „krustelėjimas“, jau priklauso efektoriniam laikotarpiui, kuris apima laikotarpį nuo atsakomojo judesio pradžios iki jo pabaigos (Muckus, 2003).

Mūsų darbe tiriamiesiems pateiktose užduotyse buvo tirtas paprastosios reakcijos laikas.

Skirtingos imties grupių tiriamųjų rezultatų analizė parodė, kad nebuvo reikšmingų rezultatų skirtumų tarp dešinės ir kairės rankos rezultatų reakcijos ir tikslumo užduotyse. Tai sutampa su kitų tyrėjų duomenimis (Shen Yin-Chen, Franz, 2005), kurie nerado esminio skirtumo tarp reakcijos laiko atliekant judesį dešine ir kaire ranka. Tačiau taip pat yra duomenų, kurie tvirtina, kad dominuojančios rankos reakcijos laikas yra trumpesnis ir ypač kai reikia atlikti sudėtingą užduotį (Brouwer, et al., 2001, Бердичевская, 1999). Manome, kad mūsų gautus tyrimo duomenis reikėtų dar kartą patikrinti daugiau dėmesio skiriant dominuojančios ir nedominuojančios rankos nustatymui, taikant tikslesnes metodikas. Skirtingo tipo užduočių įtaka reakcijos laikui buvo prislopinta dėl iš anksto žinomų ir įprastų užduoties sąlygų (Zuožienė ir kt., 2005).

Įdomu aptarti skirtingų grupių tiriamųjų reakcijos laiko rezultatus, nes tyrimo metu buvo nustatyta, kad sprinterių reakcijos laikas trumpesnis, lyginant su imtynininkais ir kariūnais reakcijos ir tikslumo užduotyse ($p < 0,05$). Nustatyta, kad reakcijos laikas priklauso nuo periferinių ir centrinių nervinių veiksmų. Prie periferinių veiksmų priskiriama raumenų kompozicija: kuo daugiau raumenyse yra greitųjų raumeninių skaidulų, tuo greičiau raumuo susitraukia. Tikėtina, kad mūsų tirtų sprinterių raumenyse yra daugiau greitųjų raumeninių skaidulų

nei imtynininkų ir kariūnų, o tai galėjo turėti įtakos greitesnei judesio pradžiai. Prie centrinių nervinių veiksmų, darančių įtaką reakcijos laikui, priklauso sprendimo priėmimo greitis ir nervinio signalo siuntimo į raumenis greitis. Ar tai treniruojama, ar labiau yra įgimta, šiandien mokslininkai dar neturi aiškaus atsakymo.

Ieškant atsakymo į klausimą, kodėl greitą ir tikslų judesį visų grupių tiriamieji atliko lėčiau nei paprastą greitą judesį, dar kartą mėginta patikrinti Fittso dėsnį (Fitts, 1954), kad kuo daugiau reikia tikslumo atliekant judesį, tuo judesys atliekamas lėčiau (Yan et al., 2000). Aiškinama tuo, kad kuo sudėtingesnis judesys, tuo ilgiau užtrunka galvos smegenyse sukurti judesio planą ir judesio programą bei ją realizuoti (Latash, 1998). Tai patvirtino ir mūsų tyrimo rezultatai, nes greitą ir tikslų judesį visų grupių tiriamieji atliko lėčiau nei paprastą greitą judesį.

Gana keista, kad sprinterių rankos didžiausias greitis nebuvo didesnis nei kitų tiriamųjų. Galbūt tai priklauso nuo to, kad: 1) tiriamieji dar nebuvo gerai išmokę atlikti judesio, 2) sprinterių rankos yra mažiau treniruojamos nei kojos. Atsakymą į šį klausimą galėtų duoti tik kiti tyrimai.

Tyrimo metu buvo nustatytas skirtingas analizuojamų rodiklių kintamumas. Reakcijos laiko rodiklių variacijos koeficientai buvo mažesni (svyruoja nuo 4,0 iki 12,9 %) nei judesio greičio rodiklių (svyruoja nuo 12,6 iki 25,7 %). Taigi užduoties sudėtingumas darė didesnę įtaką judesio greičio nei reakcijos laiko rezultatų sklaidai. Gauti rezultatai leidžia manyti, kad: pirma, reakcijos trukmė yra stabiliau valdomas rodiklis; antra, atlikdami skirtingo sudėtingumo testus tiriamieji, kad tiksliai atliktų užduotį, renkasi nevienodą judesio greičio atlikimo strategiją. Tiriamiesiems iškėlus vieną užduotį – tik greitai sureaguoti – ir neakcentuojant tolimesnio judesio atlikimo greičio, V_{max} nebuvo valdomas rodiklis, todėl jo sklaida pastebimai didesnė.

Analizuojant koreliacinius ryšius buvo nustatyta, kad tarp pirmo ir kitų bandymų skirtingo sudėtingumo užduotyse reakcijos laiko rodiklių ryšys buvo silpnas (r nuo -0,176 iki 0,416), o didžiausiojo judesio greičio rodiklių – stiprus (r nuo 0,542 iki 0,860). Tai rodo, kad reakcijos laiko pasireiškimo konkretus atvejis yra mažiau prognozuojamas nei judesio greitis. Kitaip tariant, reakcijos laikas yra labiau dinamiškas rodiklis nei judesio greitis. Deja, neradome literatūroje duomenų, kuriuos galėtume palyginti su mūsų duomenimis.

Išvados

1. Atliekant judesius dešine ar kaire ranka visų imčių tiriamųjų reakcijos laiko rodikliai nesiskyrė, taip pat šiam rodikliui įtakos neturėjo užduoties sudėtingumas.
2. Nustatyta, kad tiriamųjų imtis turėjo įtakos reakcijos laiko rodiklių reikšmėms – lengvaatlečių sprinterių reakcijos laikas atliekant reakcijos ir tikslumo užduotis yra reikšmingai trumpesnis ($p < 0,05$) nei dziudistų ir kariūnų.
3. Tyrimo rezultatai rodo, kad didžiausiojo judesių greičio rodikliai priklauso nuo užduoties sudėtingumo: greitą ir tikslų judesį tiriamieji atliko lėčiau nei paprastą greitą judesį ($p < 0,01$). Tiriamųjų imties specifika rezultatams įtakos neturėjo.
4. Reakcijos laiko rodiklių sklaida yra nedidelė (VA % nuo 4,0 iki 12,9), o didžiausiojo judesių greičio rodiklių vertintina kaip vidutinė ir didelė (VA % nuo 12,6 iki 25,7). Imties specifika ir užduoties sudėtingumas mūsų tiriamųjų rezultatų kintamumui įtakos neturėjo.
5. Tiriamųjų rodiklių kaita per 15 bandymų, lyginant su pradine reikšme, statistiškai reikšmingai nekito, tačiau reakcijos laiko rodiklių koreliacinis ryšys tarp pirmo ir kitų bandymų skirtingo sudėtingumo užduotyse buvo silpnas, o didžiausiojo judesių greičio rodiklių – stiprus.

LITERATŪRA

1. Brouwer, B., Sale, M.V., Nordstrom, M.A. (2001). Asymmetry of motor cortex excitability during a simple motor task: Relationships with handedness and manual performance. *Experimental Brain Research*, 138(4): 467–476.
2. Christou, E.A., Grossman, M., Carlton, L.G. (2002). Modeling variability of force during isometric contractions of the quadriceps femoris. *Journal of Motor Behavior*, 34(1): 67–81.
3. Fitts, P. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movements. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381–391.
4. Goldberger, A.L., Amaral, A.N., Hausdorff, J.M., Ivanov, P.C., Peng, C.K., Stanley, H.E. (2002). Fractal dynamics in physiology: Alterations with disease and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; 99 Suppl. 1: 2466–2472.
5. Goldberger, A.L., Amaral, A.N., Glass, L., Hausdorff, J.M., Ivanov, P.C., Mark, R.G., Mietus, J.E., Moody, G.B., Peng, C.K., Stanley, H.E. (2000). PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation*; 101(23): E215–20.
6. Yan, J.H.; Thomas, R.T.; Stelmach, G.E.; Thomas, K.T. (2000). Developmental features of rapid aiming arm movements across the lifespan. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 32, No. 2, 121–140.
7. Kaplan, D. & Glass, L. (1995). *Understanding Nonlinear Dynamics*. Springer Verlag: New York.
8. Kauffman, S. (1995). *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press, New York.
9. Kelso, J.A. (1999). *Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*. Bradford Book, MIT Press: London.
10. Latash, M.L. (1998). *Neurophysiological Basis of Movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
11. Meyer, D.E., Abrams, R.A., Kornblum, S., Wright, C.E., & Smith, J.E.K. (1988). Optimality in human performance: Ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, 95, 340–370.
12. Muckus, K. (2003). Psichomotorinės reakcijos ir jos komponentų priklausomybė nuo judėjimo užduoties sunkumo. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 4 (49), 35–40.
13. Newell, K.M., Broderick, M.P., Deutsch, K.M., Slifkin, A.B. (2003). Task goals and change in dynamical degrees of freedom with motor learning. *Journal of Experimental Psychology. Human perception and performance*, 29(2): 379–387.
14. Schmidt, R.A., Lee, T.D. (1999). *Motor Control and Learning: a behavioral emphasis*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
15. Shen Yin-Chen, Franz, E.A. (2005). Hemispheric competition in left-handers on bimanual reaction time tasks. *Journal of Motor Behavior*, 37(1): 3–9.
16. Skurvydas, A., Mamkus, G. (2000). Kodėl negalima tiksliai prognozuoti motorinės sistemos elgesio. *Sporto mokslas*, 1(19), 14–16.
17. Stergiou, N. (2004). *Innovative Analyses of Human Movement: Analytical Tools for Humans Movement Research*. Champaign: Human Kinetics.
18. Worpert, D. M., Ghahramani, Z., Flanagan, J. R. (2001). Perspectives and problems in motor learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(11), 487–494.
19. Zuožienė, I. J., Skurvydas, A., Mickevičienė, D., Vasiliauskas, R., Krasauskas, A., Kudirkaitė, J. (2005). Kariūnų rankų psichomotorinių savybių tyrimas naudojant DPA-1 analizatorių. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 4(58), 67–73.
20. Бердичевская, Е.М. (1999). Профиль межполушарной асимметрии и двигательные качества. *Теория и практика физической культуры*, 9, 38–42.

ANALYSIS OF MOVEMENT REACTION TIME AND SPEED

*Assoc. Prof. Dr. Ilona Judita Zuožienė¹, Prof. Dr. Habil. Albertas Skurvydas¹, Dr. Dalia Mickevičienė¹,
Assoc. prof. Dr. Aurelijus Kazys Zuoza¹, Ronaldas Endrijaitis², Soneta Ivanovė¹*

Lithuanian Academy of Physical Education¹, The General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania²

SUMMARY

The aim of the present research was to establish the peculiarities of reaction time and speed subject to the research participants who performed movements with the right and the left hand changing the conditions of the task complexity.

The research participants were healthy boys who were and were not engaged in sports – five sprinters, 17 judoists, 14 handball players, and 50 first year students from the Lithuanian Military Academy. The research participants were divided into groups according to their particularities.

The research was carried out at the Laboratory of Human Motorics at the Lithuanian Academy of Physical Education using Analyzer DPA-1 (Patent No. 5251; 2005 08 25) measuring the dynamic parameters of human hand and leg movements. The research participants performed three tasks – “reaction”, “speed”, and “accuracy”. Researchers registered the reaction time (ms) of the right hand (D-RT) and the left hand (K-RT) in the tasks of “reaction” and “accuracy”, and the speed (cm/s) of maximal movement of the right (D-Vmax) and the left (K-Vmax) hand in the tasks of “speed” and “accuracy”.

Research results indicated that performing the movements with the right and the left hand the indices of reaction time did not differ in all the groups of the research participants; the task complexity did not have

any impact on those indices as well. The particularities of the research participants influenced the values of the reaction time indices – reaction time of sprinters was significantly shorter ($p < 0.05$) comparing to that of judoists and cadets in the tasks of “reaction” and “accuracy”. It was established that indices of maximal speed depended on task complexity: quick and accurate movements were performed slower than usual quick movements ($p < 0.001$). However, the particularities of the research participants did not have any impact on those tasks. The dispersion of the reaction time indices was minor (VA% from 4.0 to 12.9), and that of the indices of maximal movement speed could be valued as moderate and considerable (VA% from 12.6 to 25.7).

The particularities of the research participants and the task complexity did not have any influence on the variability of the research results. The alternation of the researched indices in the sequence of 15 tests did not change statistically significantly compared to initial values, but correlation of reaction time indices between the first test and the other tests in the tasks of different complexity was weak, and the it was strong between the indices of maximal movement speed.

Keywords: reaction time, movement speed, the complexity of a task.

Ilona Judita Zuožienė
Lietuvos kūno kultūros akademija
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas
Tel. +370 37 302 666
El. paštas: i.zuoziene@lkka.lt