

# DIDELIO MEISTRISKUMO SPORTININKŲ FUNKCINIO PARENGTUMO VERTINIMO PROBLEMA

Jonas Poderys, Eugenijus Trinkūnas, Birutė Miseckaitė, Alfonsas Buliuolis, Albinas Grūnovas  
*Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva*

**Jonas Poderys.** Profesorius biomedicinos mokslų habilituotas daktaras. Lietuvos kūno kultūros akademijos Kineziologijos laboratorijos vedėjas. Mokslinių tyrimų kryptis — fizinio darbingumo didinimas ir funkcinės būklės kompleksinis vertinimas.

## SANTRAUKA

*Laikoma, kad organizmas veikia kaip vieninga kompleksinė sistema, o funkcinė sistemų reakcija į fizinio krūvio mėginį rodo bendrą organizmo būklę ir parengtumą. Visgi iškyla problema, kaip užregistruoti santykiškai nedidelius treniruotumo pokyčius ar skirtumus. Šio tyrimo tikslas — palyginti funkcinę rodiklių, užregistruotų atliekant fizinio krūvio mėginį, vertinimo metodų tikslumą, kai reikia nustatyti santykiškai nedidelį sportininkų parengtumo skirtumą.*

*Buvo tiriamos dvi futbolininkų grupės: 23 Lietuvos futbolo aukščiausios lygos klubinės komandos sportininkai (FKK), ir 23 Lietuvos futbolo olimpinės rinktinės nariai (LFOR). Tiriamieji atliko tris fizinio krūvio mėginis: Ruffė (lengvą, dozuoto aerobinio krūvio), 30 s trukmės vertikalių šuolių (maksimalaus anaerobinio krūvio) ir 40 s trukmės tepingo testus. Atliekant krūvius ir atsigavimo metu kompiuterine EKG analizės sistema „Kaunas—krūvis“ buvo registruojama 12 standartinių EKG derivacijų. Vertinant tyrimų rezultatus buvo naudojami įprastinis euristinis ir kompleksinis rodiklių vertinimas. Tepingo testo rezultatai buvo vertinami pagal Ukrainos kūno kultūros universiteto mokslininkų parengtą CNS funkcinės būklės ir darbingumo rodiklių vertinimo metodiką, kuria nustatomi CNS funkcinio paslankumo, nuovargio, bendrojo darbingumo, anaerobinio darbingumo ir anaerobinės talpos rodikliai. Atlikta alometrinė tepingo testo rezultatų analizė. Norint įvertinti, kaip kinta elektrokardiogramos RR ir JT intervalų reikšmės, vertintas adaptacijos greičio rodiklis, nusakantis procentinį JT ir RR pokyčio skirtumą krūvio metu.*

*Šio tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad vertinant didelio meistriškumo sportininkų funkcinio parengtumo rezultatus kompleksiško metodai, geriau nei euristinis atskirų rodiklių vertinimas, leidžia atskleisti santykiškai nedidelius skirtumus tarp grupių, galimus individualius sportininko meistriškumo pokyčius, dėl to jie turėtų būti daugiau naudojami atliekant sportininkų parengtumo tyrimus. Šių metodų kūrimui turi būti skiriama daugiau dėmesio.*

**Raktažodžiai:** fizinio krūvio testai, širdies ir kraujagyslių sistema, centrinė nervų sistema.

## IVADAS

Sportininkų treniruotumas apibūdinamas kaip fizinio išsivystymo, fizinio pajėgumo, funkcinė gebėjimų ir sveikatos visuma. Sportininkų treniruotumas — organizmo būklė, gebėjimas pasiekti tam tikrą rezultatą sportinėse varžybose. Treniruotumą geriausiai atskleidžia sportinis rezultatas, o pedagoginiai, fiziologiniai, biologiniai ar psichologiniai testai rodo tik veik-

nius, nuo kurių daugiausia priklauso sportinis rezultatas (Raslanas, Skernevičius, 1998).

Planuojant treniruotės vyksmą, ugdant sportininko fizinį pajėgumą, gerinant organizmo prisitaikymą prie fizinio krūvio, treneriui būtina žinoti apie sportininko treniruotumo būseną (Raslanas, Skernevičius, 1998; Karoblis, 1999; Poderys ir kt., 2005). Ta informacija gaunama specialiais

testais, kontroliniais pratimais, funkciniais ir biocheminiais tyrimais (Karoblis, 1999; Poderys ir kt., 2005). Testais įvertinami fizinio išsivystymo duomenys, fizinio pajėgumo, atskirų fizinių ypatybių lygis, fiziologinių funkcijų gebėjimai, biocheminių tyrimų duomenys, psichomotorinė veikla. Tai rodo bendrą treniruotumą, fizinį darbingumą (Raslanas, Skernevičius, 1998; Šiupšinskas, 2004).

Sportininkų darbingumui ir funkcinės būklės pokyčiams vertinti plačiai taikomi fizinio krūvio mėginiai. Organizmo reakcijos į atliekamą krūvį dydis yra vertinamas kaip sportininko funkcinės būklės ar parengtumo rodiklis (Šiupšinskas, 2004). Nors laikoma, kad organizmas veikia kaip vieninga kompleksinė sistema ir funkcinų sistemų reakcijos į fizinio krūvio mėginį rodo bendrą organizmo funkcinę būklę ir parengtumą, visgi iškyla problema, kaip užregistruoti santykiškai nedidelius treniruotumo pokyčius ar skirtumus. Labai dažnai taikomas įprastas euristinis užregistruotų rodiklių vertinimas neatskleidžia organizmo pokyčių, ypač funkcinų reguliavimo mechanizmų suderinamumo ar jų disharmonijos. Nėra nustatyta struktūrinių ir funkcinų pokyčių dėl metinio treniruotų poveikio didelio meistriškumo ir jaunųjų sportininkų grupėse. Įgijus sportinę formą, labiausiai kinta reguliacinių mechanizmų suderinamumas (Viru A. M., Viru M., 2004). Šio tyrimo tikslas — palyginti funkcinų rodiklių, užregistruotų atliekant fizinio krūvio mėginį, vertinimo metodų tikslumą, kai reikia įvertinti santykiškai nedidelius sportininkų parengtumo skirtumus.

## METODIKA

**Tiriamieji.** Viena iš sąlygų, keltų pasirenkant tiriamųjų kontingentą, ta, kad dvi tiriamųjų grupės būtų adaptuotos prie tokio paties kryptingumo fizinių krūvių, o jų meistriškumo skirtumas būtų santykiškai nedidelis. Tik vertinant nedidelius skirtumus galima patikrinti funkcinę būklę, palyginti taikomų vertinimo metodų poveikumą.

Tirtos dvi futbolininkų grupės: 23 Lietuvos futbolo aukščiausios lygos klubinės komandos sportininkai (FKK) ir 23 Lietuvos futbolo olimpinės rinktinės nariai (LFOR). Tyrimai atlikti 2004 m. LKKA Kineziologijos laboratorijoje.

**Tyrimo metodai.** Sportininkai atliko tris fizinio krūvio mėginį: Rufjė (lengvą, dozuoto aerobinio krūvio mėginį), 30 s trukmės vertikalių šuolių (maksimalaus anaerobinio krūvio mėginį) ir

40 s trukmės tepingo testą. Širdies ir kraujagyslių sistemos (ŠKS) funkciniais rodikliais registruoti atliekant krūvius ir atsigavimo metu naudota kompiuterinė EKG analizės sistema „Kaunas—krūvis“. Registruota 12 standartinių EKG derivacijų, vertintas ŠSD, elektrokardiogramos JT intervalo, JT ir RR intervalų santykio (JT / RR), rodiklių grįžimo į pradinį lygį pusperiodžių ( $1/2 T$ , t. y. matuojamas laikas, per kurį rodiklis grįžta iki pusės pokyčio lygio) trukmė.

**Statistika ir rezultatų analizės ypatybės.** Pateikiami aritmetiniai vidurkiai ( $\bar{x}$ ) ir aritmetinio vidurkio paklaida ( $S\bar{x}$ ). Statistinis skirtumo patikimumas buvo apskaičiuojamas naudojant Studento  $t$  testą.

Vertinant tyrimo rezultatus buvo naudojami: įprastinis euristinis (remiantis patirtais reiškiniais, naudojantis analogija ir sinteze), t. y. palygintas registruoto rodiklio pokytis grupėse dėl atlikto fizinio krūvio poveikio, ir kompleksinis rodiklių vertinimas.

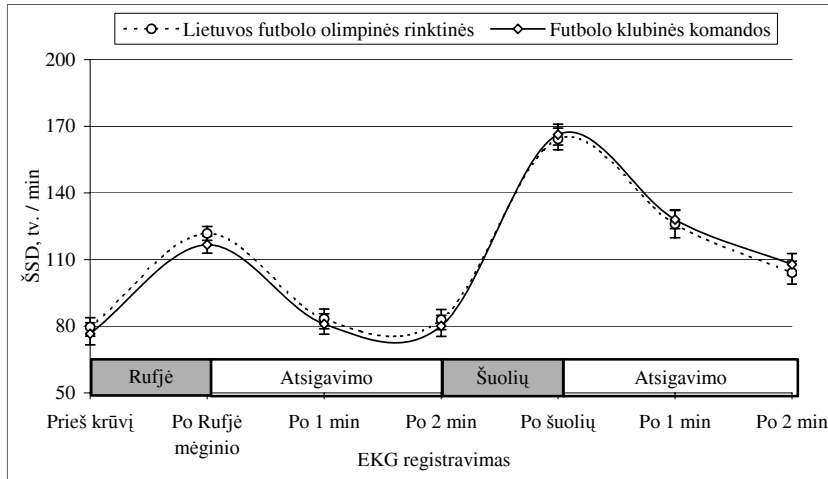
Tepingo testo rezultatai buvo vertinami pagal Ukrainos kūno kultūros universiteto mokslininkų parengtą CNS funkcinės būklės ir darbingumo rodiklių vertinimo metodiką (Зеленцов, Лобановский, 1998), įvertinant CNS funkcinio paslankumo, nuovargio, bendrojo darbingumo, anaerobinio darbingumo ir anaerobinės talpos rodiklius. Atlikta alometrinė tepingo testo rezultatų analizė — milisekundėmis išmatuota kiekvieno judesio trukmė (klavišo paspaudimo periodai) slenkant kas judesio periodą ir iš 20 judesių periodų apskaičiuotas vidurkis ir dispersija (Berškienė ir kt., 2007). Algebrinė dispersijos ir vidurkio išraiška:  $\sigma^2 = a \mu^b$  (čia  $a$  ir  $b$  apibrėžia vidurkio ir dispersijos ryšio pobūdį). Gautos skaičių sekos buvo logaritmuojamos. Pasinaudojus mažiausių kvadratų metodu  $\sigma^2(\mu)$ , gauta priklausomybė buvo aproksimuojama į tiesę:  $\text{Log}(\sigma^2) = k \text{Log}(\mu) + l$  (čia  $\mu$  — vidurkis,  $\sigma^2$  — dispersija). Krypties koeficientas vertintas kaip proceso kompleksiskumo matas (Berškienė ir kt., 2007).

Norint išsiaiškinti, kaip suderintai kinta elektrokardiogramos RR ir JT intervalų reikšmės, buvo vertinamas adaptacijos greičio rodiklis (Ad), nusakantis procentinį JT ir RR kaitos laipsnio pokyčių skirtumą krūvio metu (JT — kaip vieno iš aprūpinančiųjų organizmo sistemų elemento pokytis, kintant RR elementui — kaip organizmo reguliuojančiųjų sistemų elemento pokytis), skaičiuojant pagal formulę:  $\text{Ad} = ((\text{JT}_i / \text{JT}_o) - (\text{RR}_i / \text{RR}_o)) \times 100\%$ .

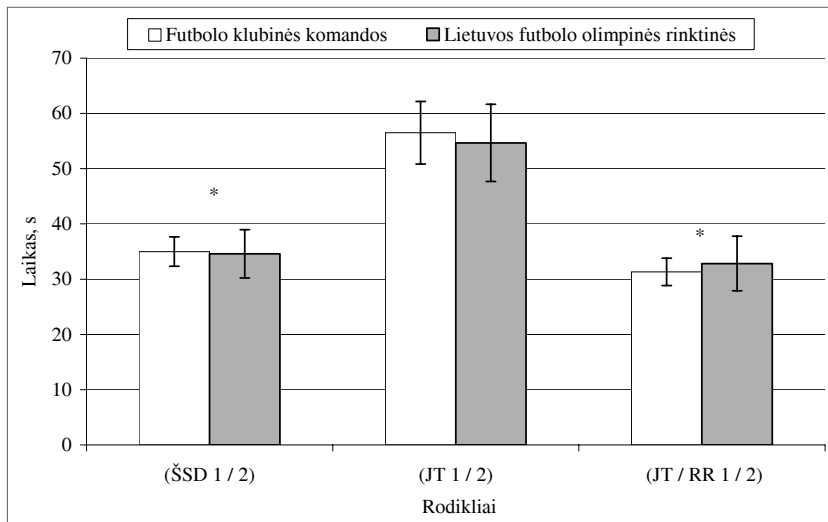
## REZULTATAI

Abiejų grupių ŠSD kaita atliekant Rufjė ir 30 s trukmės vertikalų šuolių fizinio krūvio mėginius pavaizduota 1 paveiksle. Esant ramybės būsenai, FKK grupės vidutinės reikšmės ( $75,4 \pm 2,1$  tv. / min) buvo reikšmingai mažesnės negu LFOR ( $77,5 \pm 1,3$  tv. / min), ir šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ( $p < 0,05$ ). Po Rufjė fizinio krūvio mėginio buvo užregistruotos tokios

maksimalios abiejų tirtų grupių tiriamųjų ŠSD reikšmės: FKK ( $118,9 \pm 2,6$  tv. / min) daug mažesnės nei LFOR sportininkų ( $127,5 \pm 1,9$  tv. / min). Šis skirtumas taip pat buvo statistiškai reikšmingas ( $p < 0,05$ ). Jau antrą atsigavimo minutę po Rufjė mėginio abiejų grupių tiriamųjų ŠSD reikšmės buvo panašios (FKK —  $81,0 \pm 3,3$  ir LFOR —  $83,7 \pm 3,1$  tv. / min) ir statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p > 0,05$ ). Po antro 30 s trukmės vertikalų šuolių fizinio krūvio mėginio

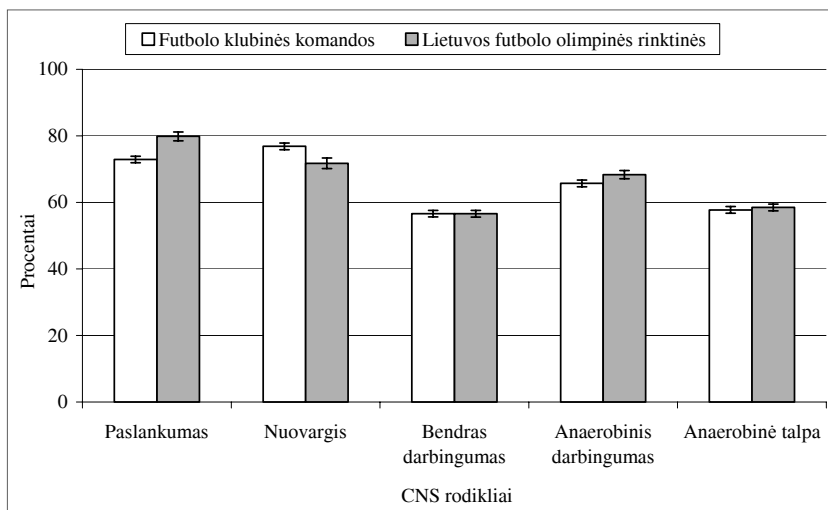


1 pav. ŠSD kaita atliekant fizinio krūvio mėginius



2 pav. EKG rodiklių grįžimo į pradinį lygį pusperiodžio trukmė

Pastaba. \* — statistiškai reikšmingas rodiklių skirtumas,  $p < 0,05$ .



3 pav. Tepingo testų vertinami CNS funkciniai rodikliai

užregistruotos tirtų grupių ŠSD vidutinės reikšmės buvo panašios, t. y. 164,1—163,6 tv. / min ir statistiškai nesiskyrė ( $p > 0,05$ ). Po šuolių serijos, pirmą ir antrą atsigavimo minutę, abiejų grupių vidutinės ŠSD reikšmės buvo panašios ir statistiškai nesiskyrė.

Lyginant grupių ŠSD pokyčius tiek po Rufjė, tiek po 30 s trukmės vertikalių šuolių fizinio krūvio mėginių nustatyta, kad po Rufjė mėginio ŠSD padidėjo (FKK — 41,1 ± 1,8, LFOR — 42,1 ± 2,6 tv. / min), o po šuolių atitinkamai — 83,5 ± 2,2 ir 79,2 ± 4,0 tv. / min. Visgi tiek po pirmo, tiek po antro fizinio krūvio mėginio, lyginant abiejų grupių rodiklius, ŠSD pokyčio vidutinės reikšmės statistiškai nesiskyrė ( $p > 0,05$ ).

Palyginus abiejų grupių elektrokardiogramos intervalų JT / RR santykį, užregistruotą prieš Rufjė fizinio krūvio mėginį ir po jo, nustatyta, kad kaip prieš, taip ir po jo elektrokardiogramos intervalų JT / RR santykio vidutinės reikšmės tarp grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Prieš Rufjė mėginį JT / RR intervalų santykis buvo: FKK — 0,33 ± 0,01, LFOR — 0,35 ± 0,01, o mėginio pabaigoje buvo užregistruotos beveik tokios pačios vidutinės intervalų reikšmės, atitinkamai — 0,44 ± 0,004 ir 0,44 ± 0,006.

Lyginant adaptacijos greičio rodiklį, nusakantį procentinį JT ir RR kaitos laipsnio pokyčių skirtumą Rufjė mėginio metu, nustatyta: abiejų tirtų grupių šio rodiklio vidutinės reikšmės statistiškai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) ir buvo užregistruotos: FKK — 20,2 ± 1,4 ir LFOR — 17,3 ± 1,2%.

Antrame paveiksle pateikta abiejų grupių EKG rodiklių grįžimo į pradinį lygį pusperiodžių reikšmės. Nustatyta, kad ŠSD atsigavimo pusperiodžio reikšmė vidutiniškai buvo: FKK grupėje kur kas didesnė (34,5 ± 2,6 s) nei LFOR (27,5 ± 1,5 s), ir šis skirtumas statistiškai reikšmingas ( $p < 0,05$ ). Elektrokardiogramos JT intervalo rodiklių grįžimo į pradinį lygį pusperiodžių vidutinė trukmė statistiškai nesiskyrė ir siekė atitinkamai 54,5 ± 4,5 ir 55,3 ± 3,1 s. Taip pat statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,05$ ) abiejose grupėse buvo nustatytas ir tarp JT / RR santykio grįžimo į pradinį lygį pusperiodžio trukmę (FKK — 32,1 ± 2,8, LFOR — 20,2 ± 2,0 s).

Lyginant CNS funkcinio paslankumo, nuovargio, bendrojo darbingumo, anaerobinio darbingumo ir anaerobinės talpos rodiklius (3 pav.) nustatyta, kad LFOR grupėje visi registruoti CNS rodikliai, išskyrus CNS nuovargio, buvo didesni, tačiau šis skirtumas tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ).

Lyginant duomenų alometrinės analizės metu du tirtų grupių rodiklių įverčius aptikta, kad šios reikšmės statistiškai patikimai skyrėsi: LFOR — 7,8 ± 0,2, FKK — 6,1 ± 0,2.

## REZULTATŲ APITARIMAS

Daug fiziologų, cituodami N. Beršteina ar kitus tyrėjus, nurodo, kad negalima tiksliai pakartoti nė vieno judesio, kiekvienas yra vis kitoks (Skurvydas, 2003; Avella, Bizzi, 2005; Ting, McKay, 2007). Taigi kyla klausimas, kodėl įsivaizduojama, kad, pavyzdžiui, ŠKS reakcija į to paties fizinio krūvio mėginius bus identiška ir pasikartos?

Organizmo kompleksiskumas suprantamas kaip jo funkcinų elementų kooperacija, sinerginė sąveika įvairiomis gyvenimo situacijomis sprendžiant iškilusias problemas (Baranger, 2000; Vainoras, 2002). Lygiai taip pat, kaip visumos sužadinti reiškiniai skiriasi nuo tam tikrų pavienių, tokios sinerginės sąveikos būdingos ir žmogaus organizmo veiklai. Bet kurios organizmo funkcinės sistemos veikloje yra daug reguliuojamųjų mechanizmų (aktyvinamųjų ir slopinamųjų), kurie veikia ne atskirai kiekvienas sau, o bendrai sinergiškai sąveikaudami. Atliekant įvairias judėjimo užduotis, skirtingai aktyvėja įvairių funkcinų sistemų veikla, o reguliuojamųjų mechanizmų sąveika rodo jų aktyvumą ir teikia informaciją apie sistemos ar viso organizmo funkcinę būklę. Nauji tyrimo rezultatų analizės metodai, nauja tyrimo metodologija išplečia galimybę fiziologams pažinti organizmo funkcijos naujas, ligi šiol neatskleistas ypatybes, panaudoti jas funkceinei būklei vertinti valdant fizinio ir kitokio poveikio trukmę, stiprumą, ieškant optimalių galių ir adaptacijos efekto.

Šis tyrimas išskirtinis, nes įprasti euristiniai metodai pasirodė esą netikslūs vertinant santykiškai nedidelius tarpgrupinius skirtumus, tuo tarpu organizmo funkcijos sinergines ypatybes ir jo kompleksiskumą vertinantys metodai leido tai daryti.

Vienas iš tyrimo metu vertinamų rodiklių buvo adaptacijos greičio rodiklis, nusakantis, kaip sude rintai kinta elektrokardiogramos RR ir JT intervalų reikšmės atliekant krūvį. Naudojant pasiūlytą vertinimo modelį (Vainoras, 2002) buvo analizuojami reguliavimo ir aprūpinimo sistemų rodikliai. RR intervalo kaita yra intensyvesnė, pirmesnė (pirmiau organizmas paprašo energijos) nei JT intervalo kaita (tuomet intensyvėja metabolizmas). Šis rodiklis abiejose tiriamųjų grupėse reikšmingai skyrėsi. Mokslinėse publikacijose nurodyta, kad tokiu būdu apskaičiuojamas adaptacijos greičio rodiklis yra

labiau susijęs su ilgalaikės adaptacijos ypatybėmis, esminiais funkcinės būklės pokyčiais. Pavyzdžiui, daugelyje publikacijų teigiama, kad prie greičio krūvių adaptuotų asmenų šio rodiklio reikšmės mažesnės (greitesnė adaptacija) nei prie ištvėmės krūvių adaptuotų (Trinkūnas, 2000). Taip pat teigiame, kad dėl didelės apimties krūvių adaptacijos trukmė reikšmingai pailgėja (Poderys ir kt., 2005).

Atsigavimo procese pastebimas laipsniškas funkcinį rodiklių grįžimas iki pradinio lygio. Atsigavimo procesas yra pakankamai sudėtingas ir lemia daugelio mechanizmų (aktyvinančių ir slopinančių) aktyvumo kaitą. Visi šie mechanizmai veikia ne atskirai kiekvienas sau, o bendrai sinergiškai sąveikaudami. Šio tyrimo metu užregistruotos mažesnės grįžimo į pradinį lygį pusperiodžių trukmės reikšmės didesnio sportinio meistriskumo sportininkų grupėje liudija apie ŠKS ir, matyt, viso organizmo reguliavimo mechanizmų optimalesnę sąveiką ir funkcinę būklę.

Alometrinio ryšio sąvoką pirmieji panaudoję mokslininkai (Taylor L. R., Taylor R. A. J., 1977) įrodė, kad priklausomybė tarp vidurkio ir dispersijos dažniausiai nėra tiesinė, tačiau logaritmuojant ją galima paversti tiesine išraiška. Analizuodami įvairius procesus, L. R. Taylor ir R. A. J. Taylor idėjas pradėjo taikyti kiti mokslininkai (Bruce, 2006; Cosma, 2006) ir įrodė, kad  $\sigma^2(\mu)$  priklausomybės krypties koeficientą ( $k$ ) galima sieti su proceso kompleksiskumu (Cosma, 2006). Tepingo testo duomenų sekos alometrinė analizė įrodė, kad didelio meistriskumo sportininkams atliekant judėjimo užduotis CNS funkcija buvo kompleksiškesnė. Tai patvirtina kitų autorių teiginius (Virus A. M., Virus M., 2004), kad elito klasės sportininkams įgyjant sportinę formą jų treniruotės adaptacinis efektas yra visų reguliacinių mechanizmų suderinamumo didėjimas, t. y. kompleksiskumo padidėjimas.

## LITERATŪRA

- Avella, A., Bizzi, E. (2005). Shared and specific muscle synergies in natural motor behaviors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (8), 3076—3081.
- Baranger, M. (2000). *Chaos, Complexity, and Entropy*. Cambridge: New England Complex Systems Institute.
- Berškienė, K., Sedekerskienė, V., Vainoras, A. ir kt. (2007). RR intervalo vertinimas pagal alometrinį ryšį. *Biomedicininė inžinerija: tarptautinės konferencijos pranešimų medžiaga* (pp. 253—256). Kaunas: Technologija.
- Bruce, J. W. (2006). Where Medicine Went Wrong. Rediscovering the Path to Complexity. *Studies of Nonlinear Phenomena in Life Science*, 11. London: World Scientific. P. 337.
- Cosma, R. S. (2006). Methods and techniques of complex systems science: an overview. In *Center for the Study of Complex Systems*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Karoblis, P. (1999). *Sporto treniruotės teorija ir didaktika*. Vilnius.
- Misevičius, A., Blonskis, J., Bukšnaitis, V. (2007). Kombinatorinis optimizavimas ir metaeuristiniai metodai: teoriniai aspektai. *Informacijos mokslai*, 2, 42—43.
- Poderys, J., Buliuolis, A., Poderyte, K., Sadzeviciene, R. (2005). Mobilization of cardiovascular function during the constant-load and all-out exercise tests. *Medicina*, 41 (12), 1048—1053.
- Raslanas, A., Skernevičius, J. (1998). *Sportininkų testavimas*. Vilnius: LTOK leidykla.

Šio tyrimo tikslas buvo palyginti funkcinį rodiklių, užregistruotų atliekant fizinio krūvio mėginus, vertinimo metodų tikslumą, kai reikia nustatyti santykiškai nedidelius sportininkų parengtumo skirtumus. Visus taikytus vertinimus galima dalyti į dvi grupes, t. y. įprastus euristinius rodiklių vertinimo metodus ir atskleidžiančius organizmo integralumą bei kompleksiskumą. Gauti tarpgrupiniai palyginimai vienareikšmiškai liudija pastarųjų naudai. Turime būti objektyvūs ir pripažinti, kad šio tyrimo metu taikyti kompleksiskumo vertinimo metodai tikrai negarantuoja gautųjų optimalumo, o surasti sprendiniai yra optimalūs tik pasirinktų vertinimų ir duotos situacijos atžvilgiu. Pastaraisiais metais sparčiai didėja kompleksiskumą vertinančių metodų kūrimas. Vieni metodai yra tinkami vertinant kompleksiskumą, kiti labiau tinka vertinti kompleksiskumo kaitos ypatybes. Tyrėjų siekis kurti vis tobulesnius metodus yra logiškas ir suprantamas, kaip natūralus noras prisidėti įveikiant naujus informatikos, matematikos ir kitoms susijusioms mokslo disciplinoms išskylančius iššūkius (Misevičius ir kt., 2007). Prognozuojama, kad artimiausioje ateityje dėmesys pačių analizės metodų tyrimui ne mažės, o tik didės.

## IŠVADOS

Šio tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad vertinant didelio meistriskumo sportininkų funkcinio parengtumo rezultatus kompleksiskumą vertinantys metodai geriau nei euristiniai atskirų rodiklių vertinimai leidžia atskleisti santykiškai nedidelius tarpgrupinius skirtumus, individualius sportininko meistriskumo pokyčius, todėl jie turėtų būti daugiau naudojami atliekant sportininkų tyrimus. Šių metodų kūrimui turi būti skiriama daugiau dėmesio.

Skurvydas, A. (2003). Sportininkų rengimo ir tyrimo naujoji metodologija. *Sporto mokslas*, 1, 2—4.

Šiupšinskas, L. (2004). Fizinio aktyvumo ir sveikatos vertinimai. Kn. *Kineziologijos pagrindai*. Kaunas. P. 177—188.

Taylor, L. R., Taylor, R. A. J. (1977). Aggregation, migration and population mechanics. *Nature*, 265, 415—421.

Viru, A. M., Viru, M. (2004). The analysis of Peak performance in the physiological aspect. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 4, 5—9.

Ting, L. H., McKay, J. L. (2007). Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 17 (6), 622—628.

Vainoras, A. (2002). Functional model of human organism reaction to load — evaluation of sportsman training effect. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 3, 88—93.

Зеленцов, А. М., Лобановский, В. В. (1998). *Моделирование тренировки в футболе*. Киев.

## PROBLEM OF ASSESSMENT OF BODY FUNCTIONING OF ELITE ATHLETES

Jonas Poderys, Eugenijus Trinkūnas, Birutė Miseckaitė,  
Alfonsas Buliuolis, Albinas Grūnovas  
*Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania*

### ABSTRACT

Human body as a complex dynamic system at onset of exercise responds with series of integrated response and the peculiarities of training and functional state could be recognized by assessing the reactions to exercise test. The problem in sport science is how to perceive very small changes in the functional state of the body during the peak. The aim of this study was to compare the results of assessment of highly skilled athletes obtained by the use of heuristic assessments and by methods providing the information about the integrity or complexity of body functioning.

The participants of the study were two groups of football players, i.e. 23 athletes, members of Lithuanian Olympic team, and 23 players from one of the best football clubs in Lithuania. All the participants of the study performed three tests: 1 — finger tapping test of 40 s duration; 2 — Roufier test (dosed aerobic test); 3 — vertical jumps test of 30 s duration (maximal anaerobic test). A 12-lead ECG was registered during all exercise tests. The results obtained during the testing were analyzed first, by heuristic methods, and second, by methods designed to reveal synergy and complexity of body functioning. A sequence of movements registered during the finger tapping test was analyzed by methods suggested by the Ukrainian scientists allowing to evaluate features of CNS and the same results of finger tapping test were analyzed by assessing the values of allometric relation. With the purpose of assessing the tuning between the changes of RR and JT intervals of ECG during exercising the index of velocity of adaptation to exercise load was defined  $V_{Ad} = (JT_i / JT_0) 100\% - (RR_i / RR_0) 100\%$ . The peculiarities of recovery after workloads were assessed by evaluating the time of half period of recovery ( $_{1/2}T$ ) of registered ECG indices.

The results obtained during the study showed that only methods providing the information about integrity or complexity of body functioning could reveal relatively small differences between two groups of highly skilled athletes more precisely. The attention for developing such methods should be paid in the future.

**Keywords:** exercise test, cardiovascular system, central nervous system.

Gauta 2008 m. gegužės 1 d.  
Received on May 1, 2008

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

Jonas Poderys  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 686 05038  
E-mail l.poderys@lkka.lt