

5. Jackson, P. S. (1995). Performance prediction for Olympic Kayaks. *J. Sports Sci*, 13, 232–245.
6. Koneco, M. (1990). Mechanics and energetics in running with special reference to efficiency. *Biomech.*, 23, 57–63.
7. Milašius, K., Raslanas, A., Skernevičius, J., Rudzinskas, M., Survutas, Z., Karoblis, P., Švedas, E., Levinsonienė, A. (1997). Didelio meistriškumo baidarininkų ir kanojų irkluočių organizmo funkcinės būklės kaita. *Sporto mokslas*, 3(8), 15–19.
8. Mohr, M., Johnsen, D. (1972). Tables for evaluation of body weight of adult men and women by their optimal weight (German). *Zeitschrift für Arztliche Fortbildung (Jena)*, 66, 20, 1052–1064.
9. Pečiukonienė, M., Dadelienė, R. (2003). Įvairių sporto šakų sportininkų fizinio parengtumo rodikliai bei jų tarpusavio ryšys. *Sporto mokslas*, 1 (31), 70–74.
10. Skernevičius, J., Balčiūnas, E., Rudzinskas, M., Švedas, E. (2003). Lietuvos pajėgiausių baidarininkų fizinio išsivystymo, fizinio parengtumo ir funkcinio pajėgumo tyrimų duomenys bei jų ryšys su specialiųjų galių rodikliais. *Sporto mokslas*, 1 (31), 65–69.
11. Skernevičius, J., Raslanas, A., Dadelienė, R. (2004). *Sporto mokslo tyrimų metodologija*. Vilnius: LSIC.
12. Stasiulis, A., Alekrinskis, A., Barisas, A., Mockus, P. (1998). Didelio meistriškumo baidarininkų treniruočių krūvio ir aerobinio pajėgumo rodiklių dinamika per vieną sezoną. *Sporto mokslas*, 5 (14), 27–29.
13. Wilmore, J. H., Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics, 549 p.
14. Меерсон, Ф. З. (1986). Основные закономерности индивидуальной адаптации. *Физиология адаптационных процессов*. Москва, 10–76.
15. Платонов, В. Н. (1988). *Адаптация в спорте*. Киев. 215 с.

## FACTORS MODIFYING THE SPECIAL SKILLS OF CANOEISTS

*Egidijus Balčiūnas, Assoc. Prof. Dr. Marija Pečiukonienė, Prof. Dr. Habil. Juozas Skernevičius, Edmundas Švedas*  
Vilnius Pedagogical University, Vilnius Sport Medicine Centre

### SUMMARY

The aim of the present correlative study was to elucidate the main indices that exert strongest effects on canoeists preparedness for the 500 m distance Olympic team and its reserve. The main indices that change under different modifiable physical loads were elucidated. The following indices were checked: single muscular contraction power (Bosco, 1982), anaerobic alactic muscular power (AAMP) employing staircase ergometry and 10s load on a special ergometer, movement frequency per 10s, simple psychomotor response time, Roufier index (RI) (Skernevičius et al., 2004), as well muscular mass (Moor, Johnson, 1973). Special preparedness was determined from the indices demonstrated while covering the 500m simulation distance on a special “Dansprint” ergometer.

Pearson’s linear correlation method was employed to find a correlation among separate indices and a regressive analysis was performed.

The study revealed a close correlation of the efficiency of covering the 500 m simulation distance with AAMP under a 10s load and a reliable relation with staircase ergometry AAMP indices. Muscular mass showed a relation with special performance. The RI which reflects the circulatory functions showed a weak correlation with covering the 500 m simulation distance, although under such load 60-65 percent of energy is produced through aerobic reactions.

**Keywords:** canoeists, 500m simulation distance, correlation.

Juozas Skernevičius  
Vilniaus pedagoginio universiteto  
Sporto ir sveikatos fakulteto  
Sporto metodikos katedra  
Studentų g 39, LT-06316, Vilnius  
Mob. +370 688 02 873

Gauta 2006 11 28  
Patvirtinta 2007 02 22

## Endogeninių ir egzogeninių veiksnių įtaka didelio meistriškumo sportininkų širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniam rodikliams atliekant fizinius krūvius

*Eurelija Venskaitytė<sup>1</sup>, Jurgita Šventoraitytė<sup>2</sup>, Kristina Poderytė<sup>1</sup>, doc. dr. Algimantas Paulauskas<sup>2</sup>*  
*Lietuvos kūno kultūros akademija<sup>1</sup>, Vytauto Didžiojo universitetas<sup>2</sup>*

### Santrauka

Vienas iš molekulinų mechanizmų, reguliuojančių ŠKS (širdies ir kraujagyslių sistemos) funkcijas ir nulemiančių širdies pajėgumą, yra renino-angiotenzino sistema (RAS), o angiotenziną konvertuojančio fermento (AKF) genas – šios sistemos dalis. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti didelio meistriškumo sportininkų AKF I/D polimorfizmo ryšį su ŠKS funkciniais rodikliais. Tyrime dalyvavusiems sportininkams buvo atlikti genetiniai ir ŠKS funkciniai rodiklių vertinimo tyrimai. DNR buvo išskirta iš periferinio kraujo ląstelių ir polimerazinės grandininės reakcijos (PGR) metodu nustatyti AKF genotipai.

Fizinio krūvio (aerobinio ir anaerobinio pobūdžio) mėginių metu buvo užregistruoti EKG ir AKS rodikliai. Analizuojant tyrimo rezultatus nustatyta, kad mažesnės ŠSD, AKS reikšmės bei ilgesnio JT intervalo trukmės rodikliai skirtingo intensyvumo fizinio krūvio mėginių metu buvo užregistruoti II genotipo suaugusiųjų ir jaunimo grupių sportininkų pogrupių tiriamiesiems. JT/RR santykio reikšmės skyrėsi tik aerobinio pobūdžio fizinio krūvio mėginio metu. Didžiausios šio rodiklio vertės nustatytos abiejų sportininkų grupių DD genotipo pogrupių tiriamiesiems, tačiau atsigavimo rodiklių kaita yra daug lėtesnė, lyginant su kitais dviem genotipais.

Apibendrinant šio tyrimo rezultatus galima daryti išvadą, kad sportininko genotipas yra reikšmingas egzogeninis veiksnys, darantis įtaką širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių sunormalėjimo po fizinio krūvio greičiui. Didelio meistriškumo DD genotipo sportininkams būdinga greitesnė organizmo funkcijų mobilizacija bei lėtesnis širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių sunormalėjimo greitis nei II genotipo atstovams. Didelio meistriškumo II genotipo sportininkams nustatyta mažesnio laipsnio širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių mobilizacija atliekant tiek aerobinio, tiek ir anaerobinio pobūdžio fizinio krūvio testus.

**Raktažodžiai:** genų polimorfizmas, širdies ir kraujagyslių sistema, endogeniniai ir egzogeniniai veiksniai.

## Įvadas

Pastarųjų metų publikacijose angiotenziną konvertuojančio fermento (AKF) geno specifiniai aleliai siejami su ištvermės ar jėgos savybėmis (Gayagay et al., 1998; Woods et al., 2000; Folland et al., 2000; Williams et al., 2004). Šio geno koduojamas baltymas yra svarbiausias kraujo apytakos reguliacinės sistemos – renino-angiotenzino sistemos (RAS) – komponentas. AKF, hidrolizuodamas angiotenziną I į angiotenziną II, reguliuoja kraujo spaudimą ir elektrolitų balansą. Taip pat šis fermentas yra tiek stiprus vazopresorius ir aldosteroną stimuliuojantis baltymas, tiek ir vazodilatatorius ir geba inaktyvuoti bradikininą (Tsianos et al., 2004). AKF I/D polimorfizmas, kuris nustatytas klonavus žmogaus AKF geną, yra vienas iš reikšmingiausių mokslininkų ištirtinėtų šio geno polimorfizmų. Dėl šio geno 16 introne įvykusios mutacijos susidarė du aleliniai variantai: 287 bp Alu sekos neturintis alelis (D) ir šį DNR fragmentą turintis alelis (I) (Thompson, Binder-Macleod, 2006). I alelį turinčių žmonių organizmas pasižymi geresnėmis aerobinėmis galiomis ir greičiau adaptuojasi prie ištvermės fizinių krūvių (Montgomery et al., 1999; Woods et al., 2000, ir kt.). D alelis buvo susietas su geresniu anaerobiniu darbingumu ir didesniu AKF aktyvumu (Williams et al., 2000; Tsianos et al., 2004; Thompson, Binder-Macleod, 2006). AKF I/D polimorfizmas (Friedl et al., 1996; Montgomery et al., 1999; Rankinen et al., 2000) glaudžiai siejamas su širdies ir kraujagyslių sistemos (ŠKS) adaptacija prie fizinių krūvių (Žemaitytė, 1997; Hughson, Tschakovsky, 1999). Taikant kompleksinio ŠKS adaptacijos ypatumų vertinimo modelį (Šilinskas, Poderys, 1999; Vainoras, Šilanskienė, 2004) galima nustatyti tiriamo sportininko visą sportinio tobulėjimo vyksmą (Skirius, 2002). Tačiau norint šį vyksmą įvertinti tiksliau integruojami genetinės predispozicijos duomenys. Žmogaus fizinių savybių genetinio potencialo nustatymas ankstyvame amžiuje sudaro galimybes parinkti optimalius fizinius krūvius ir individualizuoti treniruotės vyksmą

siekiant puikių sportinių rezultatų ir išsaugant gerą sveikatos būklę. Kadangi iki šiol nėra apibrėžta, kaip pasireiškia AKF ir kitų genų poveikio žmogaus organizmo funkcijoms mechanizmas ir kaip šie genai gali padidinti treniruotės vyksmo veiksmingumą, todėl būtini tolesni tyrimai. Mūsų **tyrimo tikslas** – ištirti didelio meistriškumo sportininkų angiotenziną konvertuojančio fermento geno polimorfizmo ryšį su širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniais rodikliais.

## Tyrimo metodika

Tyrimuose dalyvavo 30 didelio meistriškumo įvairių šakų (*lengvosios atletikos, dziudo, šaudymo, slidinėjimo, bokso*) sportininkų, visi Lietuvos olimpinės rinktinės nariai ar kandidatai. Tiriamieji sportininkai buvo suskirstyti į dvi grupes: suaugusiųjų (gimę 1986 m. ir vyresni) ( $n = 19$ , amžius: 20–35 metai, vidutiniškai –  $24,11 \pm 0,96$  m.) ir jaunimo (gimę 1987–1990 m.) ( $n = 11$ , amžius 16–19 metai, vidutiniškai –  $18,35 \pm 1,96$  m.). Atsižvelgiant į genetinius duomenis tiriamieji pagal genotipus (II, ID ir DD) buvo suskirstyti į 3 pogrupius.

Genetiniams tyrimams naudotas periferinis kraujas, paimtas į EDTA apdorotus vakuuminius mėgintuvėlius (*Becton Dickinson Vacutainer Systems*, Didžioji Britanija). DNR iš kraujo ląstelių išskirta naudojant genomines DNR valymo rinkinį (UAB „Fermentas“, Lietuva) pagal gamintojų pateiktą metodiką. AKF I/D polimorfizmas nustatytas polimerazinės grandininės reakcijos (PGR) metodu (Rigat et al., 1992) naudojant AKF geno sekoms komplementarius pradmenis: 5'-CTG GAG ACC ACT CCC ATC CTT TCT-3'; 5'-GAT GTG GCC ATC ACA TTC GTC AGA T-3'. PGR reakcijos mišinį (25  $\mu$ l) sudarė: 10 pmol/ $\mu$ l kiekvieno pradmens (*biomers.net*, Vokietija), 2 mM  $MgCl_2$ , 0,2 mM dNTP mišinio (UAB „Fermentas“, Lietuva), 0,2 U/ $\mu$ l DNR Taq polimerazės (UAB „Fermentas“, Lietuva), 1  $\times$  PGR buferis (UAB „Fermentas“, Lietuva) ir 50–100 ng DNR. PGR reakcija buvo vykdoma amplifika-

toriuje (*Eppendorf Mastercycler gradient*, Vokietija) tokiu režimu: 3 min 95 °C, 28 ciklai (30 s 95 °C, 30 s 55 °C, 30 s 69 °C), 10 min 72 °C. Pagausinti DNR fragmentai atskirti naudojant elektroforezę 1,5 % agarozės gelyje ir įvertinti vizualizuojant juos UV šviesoje (*UV Transilluminator*, *Herolab*, Vokietija). Buvo gauti PGR produktai: I alelio fragmento dydis 490 bp ir D alelio fragmento dydis 190 bp.

Tiriamųjų funkcinės būklės ir atsigavimo procesų ypatumams vertinti buvo naudojama EKG rodiklių registravimo ir analizės kompiuterių programa „Kaunas–Krūvis“: registruojamos 12 standartinių EKG derivacijų ir matuojama arterinio kraujo spaudimo (AKS) kaita atliekant Rufjė fizinio krūvio mėginį (30 pritūpimų per 45 s) ir maksimaliomis pastangomis 30 s trukmės vertikalių šuolių testą. Vertintos šių EKG rodiklių: ŠSD (RR intervalo), JT intervalo, santykinų reikšmių JT/RR ir sistolinio bei diastolinio AKS, kaitos ypatybės. Atsigavimo vyksmo ypatybėms nustatyti buvo vertinama registruotų EKG ir AKS rodiklių sunormalėjimo pusperiodžių trukmė.

### Tyrimo rezultatai

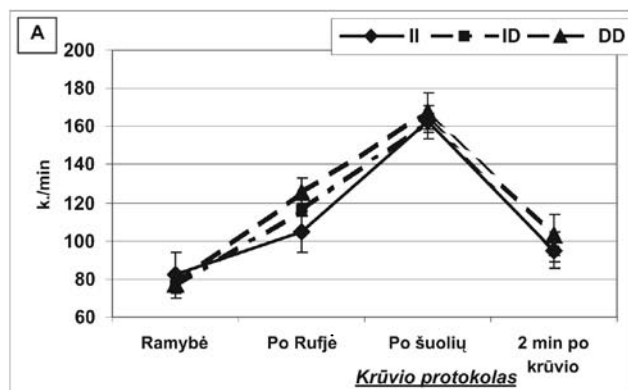
Nustačius tyrime dalyvavusių sportininkų AKF genotipus paaiškėjo, kad II, ID ir DD genotipai pasiskirstė taip: 23 %, 54 % ir 23 % visų tiriamųjų

atitinkamai. Tyrimo metu buvo taikyti du skirtingo intensyvumo fizinio krūvio mėginiai: Rufjė mėginys (aerobinio pobūdžio) ir 30 s vertikalių šuolių (anaerobinio pobūdžio) testas.

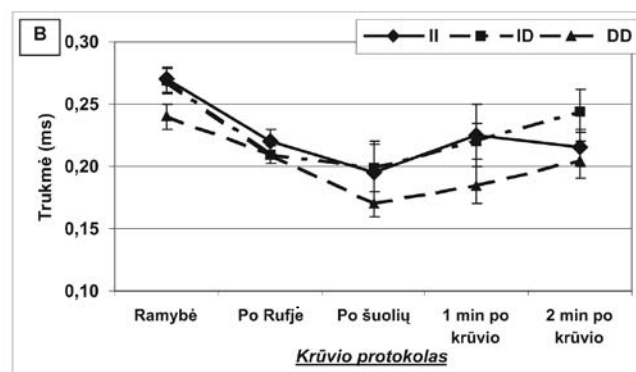
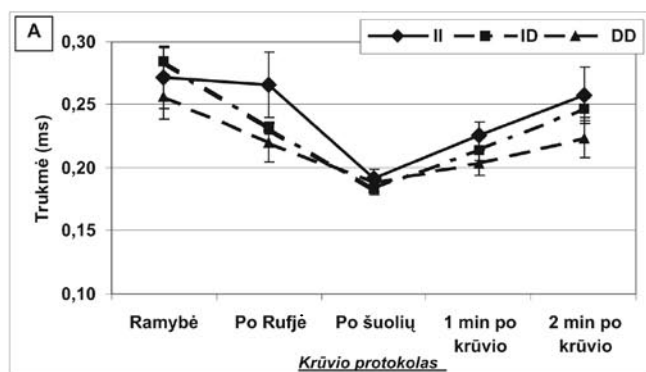
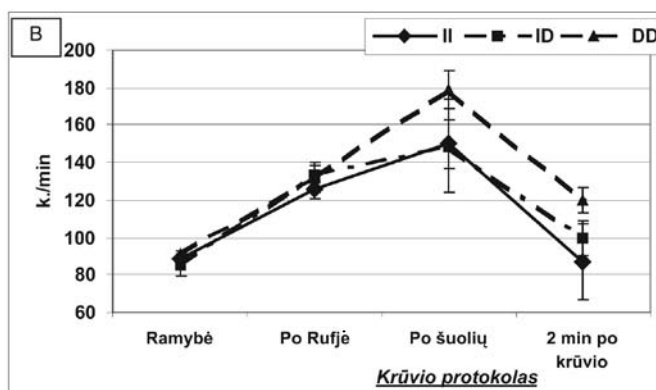
Taikant Rufjė ir 30 s vertikalių šuolių fizinio krūvio testus, mažiausios ŠSD reikšmės, kurios apibūdina organizmo reguliacinių sistemų veiklą, užregistruotos abiejų grupių II pogrupio sportininkams (1 pav.). Suaugusiųjų grupės visų pogrupių tiriamųjų ŠSD rodiklio kaita buvo tolygi, o jaunimo grupės DD pogrupio sportininkų šio rodiklio normalėjimas po šuolių testo buvo ilgesnis nei kitų dviejų, tačiau nustatytas skirtumas tarp pogrupių nėra statistškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). ID bei DD genotipų pogrupių tiriamųjų šio rodiklio vertės vėl buvo labai panašios, tačiau užregistruoti skirtumai tarp pogrupių taip pat nebuvo statistškai patikimi ( $p > 0,05$ ).

Vertinant tarpgrupinius skirtumus, reikšmingai ( $p < 0,05$ ) skyrėsi ID pogrupio ŠSD reikšmės (vidurkis –  $116,22 \pm 3,26$  ir  $133,14 \pm 5,62$  atitinkamai) tarp abiejų amžiaus grupių.

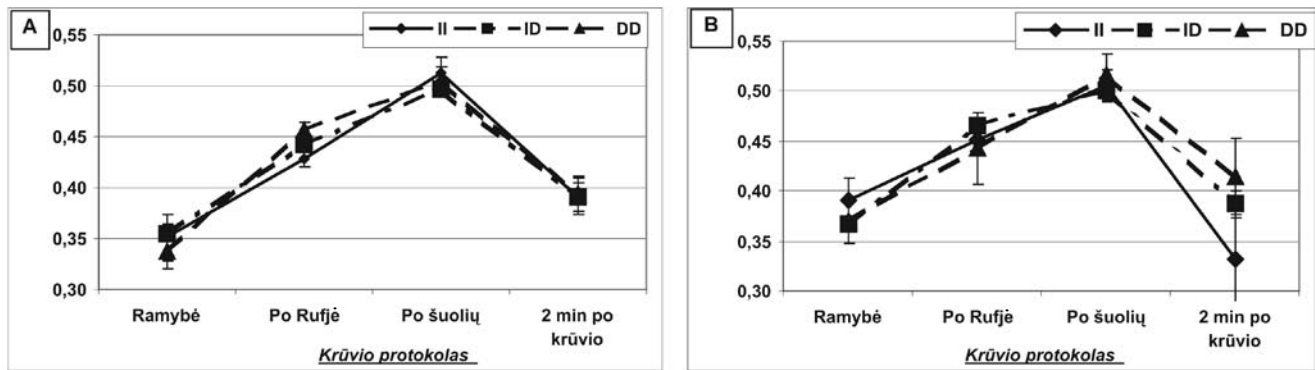
EKG JT intervalo kaita atitiko atliktą fizinį krūvį, t. y. po aerobinio fizinio krūvio jis sutrumpėjo nedaug, o po anaerobinio fizinio krūvio nustatytas ryškus JT intervalo trukmės sumažėjimas. Šio ro-



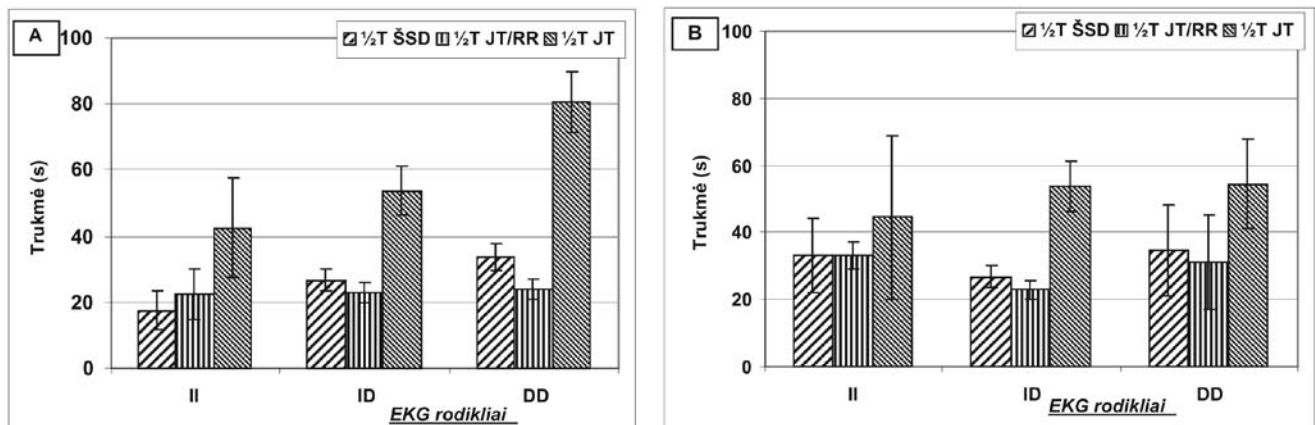
1 pav. Suaugusiųjų (A) ir jaunimo (B) grupių trijų genotipų pogrupių tiriamųjų ŠSD rodiklio kaita, registruota atliekant fizinio krūvio testus ir atsigavimo laikotarpiu



2 pav. Suaugusiųjų (A) ir jaunimo (B) grupių trijų genotipų pogrupių tiriamųjų JT intervalo kaita, registruota atliekant fizinio krūvio testus ir atsigavimo laikotarpiu



3 pav. Suaugusiųjų (A) ir jaunimo (B) grupių trijų genotipų pogrupių tiriamųjų JT ir RR intervalų santykio (JT/RR) reikšmių kaita



4 pav. Suaugusiųjų (A) ir jaunimo (B) grupių trijų genotipų pogrupių tiriamųjų ŠKS rodiklių sunormalėjimo pusperiodžių ( $_{1/2}T$ ) reikšmės

diklio kaita, kaip ir minėtojo ŠSD, didžiausia abiejų grupių II pogrupio sportininkų (2 pav. A ir B). Po Rujfė testo padidėja skirtumas tarp suaugusiųjų grupės II ir ID bei DD pogrupių, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Kita vertus, krūvio metu labai pakinta ir ilgesniu JT intervalo atsigavimu pasižymi jaunimo grupės DD genotipo sportininkai (2 pav. B).

Vertinant tarpgrupines JT intervalo kaitos ypatybes, statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas tarp heterozigotinio genotipo (ID) atstovų ( $p < 0,05$ ).

Elektrokardiogramos JT/RR santykis ir jo kaita (3 pav.) leidžia įvertinti ŠKS mobilizacijos laipsnį (Poderys ir kt., 2005). Mažiausios pradinės (ramybės būsenoje) šio rodiklio vertės buvo užregistruotos abiejų grupių DD pogrupio tiriamiesiems (vidurkis: suaugusiųjų  $0,337 \pm 0,02$  ir jaunimo  $0,370 \pm 0,02$ ).

JT/RR santykio reikšmės skyrėsi tik aerobinio pobūdžio fizinio krūvio mėginio metu. Greičiausiai šis rodiklis sunormalėja tiek suaugusiųjų, tiek ir jaunimo grupių II genotipo pogrupių sportininkams (3 pav. A, B), tačiau statistiškai patikimi skirtumai nenustatyti ( $p > 0,05$ ).

Vertinant sistolinio ir diastolinio arterinio kraujo spaudimo (AKS) kaitos ypatybes buvo nustatyta,

kad mažiausios šių rodiklių reikšmės išliko abiejų grupių II pogrupių tiriamųjų tiek aerobinio, tiek anaerobinio pobūdžio krūvių metu.

Vertinant ŠKS funkcinių rodiklių (ŠSD,  $_{1/2}T$  JT/RR santykio,  $_{1/2}T$  JT intervalo) sunormalėjimo pusperiodžių trukmę nustatyta, kad suaugusiųjų grupės visų pogrupių sportininkams būdingas lėčiausias JT intervalo reikšmių sunormalėjimas. Tokia pati ir jaunimo grupės sportininkų JT intervalo atsigavimo vyksmo tendencija. Greičiausiai atsigavo JT/RR santykis, išskyrus abiejų tiriamųjų grupių II pogrupį, kur greičiau atsigavo ŠSD pusperiodžiai. Vertinant visų rodiklių sunormalėjimo greitį nustatyta, kad lėčiausiai sunormalėja abiejų grupių DD pogrupių sportininkų, lyginant su II ir ID pogrupiais, rodikliai (4 pav. A ir B), tačiau šis skirtumas tarp pogrupių nebuvo statistiškai patikimas ( $p > 0,05$ ). Suaugusiųjų grupės DD pogrupio sportininkų visų rodiklių sunormalėjimo pusperiodžių trukmė buvo ilgesnė, lyginant su II pogrupiu, o tarp jaunimo grupės pogrupių tokio ryškaus skirtumo nenustatyta. Tai dar kartą parodo, kad I alelį turinčių sportininkų organizmo funkciniai rodikliai po fizinių krūvių sunormalėja greičiau, o DD genotipą turinčių sportininkų organizmo fiziologinės sistemos išlieka sujaudintos ilgesnį laiką.

## Tyrimo rezultatų aptarimas

Širdies ir kraujagyslių sistema – holistinė kūno sistema, jautriai reaguojanti tiek į vidinius organizmo, tiek į išorinės aplinkos pakitimus. Sąveikaudama kartu su kitomis sistemomis ji suformuoja kompleksinę organų sistemą, kuri užtikrina autonominių organų sistemos reguliavimą ir organizmo homeostazę (Žemaitytė, 1997; Hughson, Tschakovsky, 1999). Šios sistemos funkcinė būklė yra vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių daugelio sporto šakų atstovų organizmo adaptaciją prie fizinių krūvių. Vienas iš plačiausiai šiuo metu nagrinėjamų molekulinį mechanizmų, reguliuojančių ŠKS funkcijas bei nulemiančių širdies pajėgumą ir tam tikrų ŠKS ligų išsivystymą, yra renino-angiotenzino sistema (RAS), o AKF geno koduojamas baltymas – vienas iš svarbiausių elementų.

Tyrimo metu, taikant aerobinio pobūdžio (Rufjė testas) fizinio krūvio mėginį, gauti ŠKS funkcinį rodiklių kaitos rezultatai atskleidė ryškius skirtumus tarp abiejų tiriamų sportininkų grupių skirtingų genotipų pogrupių. Lyginant visų trijų AKF I/D polimorfizmo genotipų būdingiausius ŠKS funkcijų ypatumus, nustatyta, kad mažiausios ŠSD, JT/RR santykio, sistolinio AKS reikšmės ir atitinkamai didžiausios JT intervalo rodiklių vertės užregistruotos abiejų grupių II genotipo pogrupio sportininkams. Suaugusiųjų grupės sportininkai, lyginant su jaunimo grupės sportininkais, pasižymėjo mažesnio laipsnio funkcinį rodiklių pokyčiais Rufjė fizinio krūvio testo metu. Tokią EKG rodiklių kaitą galėjo sąlygoti funkcinį organizmo sistemų ilgalaikė adaptacija (Shephard, 2001).

30 s šuoliavimo testo metu užregistruotų ŠKS funkcinį rodiklių analizė parodė, kad skirtumai tarp abiejų sportininkų grupių genotipų (II, ID ir DD) nebuvo statistiškai reikšmingi. Šio testo metu užregistruotos rodiklių reikšmės dėl taikomo maksimalaus fizinio krūvio buvo daug didesnės, lyginant su Rufjė testo rezultatais. Ypač didelė jaunimo grupės sportininkų buvo ŠSD, JT intervalo bei sistolinio ir diastolinio AKS rodiklių kaita. Šio testo metu išsiskyrė JT/RR santykis. Jo vertės abiejų grupių II bei DD pogrupių sportininkų buvo panašios. Kaip ir Rufjė testo metu, mažiausiai pakito II genotipo atstovų funkciniai rodikliai, t. y. žemiausios šių rodiklių vertės užregistruotos II genotipo pogrupio sportininkams. Lyginant tarpgrupinius 30 s šuoliavimo testo rezultatus, taip pat matyti, jog suaugusiųjų grupės sportininkų EKG rodiklių pokytis buvo mažesnis negu jaunimo grupės sportininkų. Tokia rezultatų tendencija patvirtina, kad rodiklių kaitą

galėjo nulemti ilgalaikė adaptacija prie fizinių krūvių (Shephard, 2001).

Skirtingai nuo visų kitų registruotų ŠKS rodiklių, diastolinio AKS pokyčiai abiejų sportininkų grupių buvo skirtingi abiejų fizinių krūvių mėginių metu. Mažiausi diastolinio AKS rodikliai buvo užregistruoti suaugusiųjų grupės II genotipo pogrupio sportininkams. Šie duomenys sutampa su kitų mokslininkų publikuotais darbais (Friedl et al., 1996; Rankinen et al., 2000), kuriuose nagrinėjama sportininkų ir nesportuojančių asmenų širdies ir kraujagyslių sistemos ypatybės atsižvelgiant į genotipus. Mažiausi diastolinio AKS rodikliai užfiksuoti jaunimo grupės DD genotipo pogrupio sportininkams, galėjo būti dėl liekamojo treniruotės efekto, kuris atsiranda po sunkaus fizinio krūvio (intensyvios treniruotės, varžybų ir kt.) (Shephard, Balady, 1999).

Kitų mokslininkų (Šilanskienė, 2003; Žumbakytė ir kt., 2005; Poderys ir kt., 2005) publikacijose teigiama, kad vertinant EKG rodiklių sunormalėjimo vyksmus būtina atsižvelgti į jų seką ir greitį. Kaip parodė gauti tyrimo rezultatai, pirmiausia sunormalėja santykis tarp reguliavimo ir aprūpinimo sistemų (mūsų tyrime – JT/RR santykis), tada sunormalėja reguliavimo (mūsų tyrime – ŠSD) ir vėliausiai – aprūpinimo (mūsų tyrime – JT intervalas) sistemų funkciniai rodikliai. Tokia rodiklių sunormalėjimo seka buvo nustatyta abiejų grupių visų pogrupių sportininkams, išskyrus suaugusiųjų grupės II pogrupio sportininkus, kurių JT/RR santykio sunormalėjimo trukmė buvo ilgesnė nei ŠSD atsigavimo pusperiodžio trukmė. Vertinant visų rodiklių bendrą sunormalėjimo greitį nustatyta, kad lėčiausiai sunormalėja abiejų grupių DD pogrupių sportininkų rodikliai.

Apibendrinant gautus tyrimo rezultatus galima pažymėti, kad skirtingo intensyvumo fizinių krūvių metu registruotų rodiklių kaita rodo, jog II genotipo pogrupių sportininkų ŠKS funkcijų aktyvacija yra mažesnio laipsnio negu DD pogrupių. Stebint šios sistemos funkcinį rodiklių sunormalėjimo greitį nustatyta, kad lėčiausiai sunormalėja DD pogrupių sportininkų rodikliai. Šio tyrimo rezultatai patvirtina, kad AKF D alelio sąlygojama didesnė AngII sintezė organizme nulemia didesnio laipsnio simpatinės nervų sistemos (SNS) aktyvumą (Montgomery et al., 1999). SNS veikla intensyvėja priklausomai nuo taikomo fizinio krūvio pobūdžio ir pasireiškia greitu širdies darbo aktyvėjimu (Schmidt, Thews, 1996). Dėl to DD genotipo, palyginti su II genotipu, sportininkų ŠKS veikla aktyvinama daug greičiau net taikant nedidelio intensyvumo krūvius. Be to, kitų autorių darbuose teigiama, kad I alelis nulemia

mažą AKF aktyvumą, o jo padidėjimas krūvio metu sąlygoja tik trumpalaikę kraujagyslių vazodilataciją. Dėl tokio kraujotakos kitimo pagerėja deguonies ir energijos pristatymas į organus ar audinius (medžiagų apykaita) (Montgomery et al., 1999), todėl I alelių turinčių asmenų organizmas greičiau atsigauna po fizinių krūvių.

### Išvados

1. Sportininko genotipas yra reikšmingas egzogeninis veiksnys, darantis įtaką širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių sunormalėjimo po fizinio krūvio greičiui.
2. Didelio meistriškumo DD genotipo sportininkams būdinga greitesnė organizmo funkcijų mobilizacija bei lėtesnis širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių sunormalėjimo greitis nei II genotipo atstovams.
3. Didelio meistriškumo II genotipo sportininkams nustatyta mažesnio laipsnio širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių mobilizacija atliekant tiek aerobinio, tiek ir anaerobinio pobūdžio fizinio krūvio testus.

### LITERATŪRA

1. Friedl, W., Krempler, F., Sandhofer, F., Paulweber, B. (1996). Insertion/deletion polymorphism in the angiotensin-converting enzyme gene and blood pressure during ergometry in normal males. *Clin Genet.*, 50, 541–544.
2. Folland, J., Leach, B., Little, T. et al. (2000). Angiotensin-converting enzyme genotype affects the response of human skeletal muscle to functional overload. *Exp Physiol.*, 85, 575–579.
3. Gayagay G., Yu B., Hambly B. et al. (1998). Elite endurance athletes and the ACE I allele - the role of genes in athletic performance. *Human Genetics*, 103: 48–50.
4. Hughson, R. L., Tschakovsky, M. E. (1999). Cardiovascular dynamics at the onset of exercise. *Med Sci. Sports Exerc.*, 31(7), 1005–1010.
5. Kėvelaitis, E., Abraitis, R., Cibas, P. ir kt. (1999). *Žmogaus fiziologija*. Kaunas: KMU leidykla.
6. Montgomery, H., Clarkson, P., Barnard, M. et al. (1999). Angiotensin-converting enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training. *Lancet*, 353, 541–545.
7. 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): 1048–53.
8. Rankinen, T., Wolfarth, B., Simoneau, J. et al. (2000). Association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status. *J Appl Physiol.*, 88, 1571–1575.
9. Rigat, B., Hubert, C., Corvol, P., Soubrier, F. (1992). PCR detection of the insertion/deletion polymorphism of the human angiotensin converting enzyme gene. *Nucleic Acids Res.*, 20, 1433.
10. Schmidt, R.F., Thews, G. (1996). *Human Physiology*. New York: Springer-Verlag.
11. Shephard, R.J. (2001). Absolute versus relative intensity of physical activity in a dose-response context. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(6), 400–420.
12. Šilanskienė, A. (2003). *Žmogaus organizmo funkcinės būklės kitimo ilgalaikių treniruočių metu vertinimas: daktaro disertacija*. Kauno medicinos universitetas.
13. Thompson, W. R., Binder-Macleod, S. A. (2006). Association of genetic factors with selected measures of physical performance. *Phys Ther.*, 86, 585–591.
14. Tsianos, G., Sanders, J., Dhamrait, S., Montgomery, H. et al. (2004). The ACE gene insertion/deletion polymorphism and elite endurance swimming. *Eur J Appl Physiol.*, 92, 360–362.
15. Williams, A. G., Rayson, M. P., Jubb, M. et al. (2000). The ACE gene and muscle performance. *Nature*, 403, 614.
16. Williams, A. G., Dhamrait, S. S., Wootton, P.T., et al. (2004). Bradykinin receptor gene variant and human physical performance. *Journal of Applied Physiology*, 96, 938–942.
17. Woods, D. R., Humphries, S. E., Montgomery, H. E. (2000). The ACE I/D Polymorphism and Human Physical Performance. *Trends Endocrinol Metab.*, 11, 416–420.
18. Žemaitytė, D. (1997). *Širdies ritmo autonominis reguliavimas: mechanizmai, vertinimai, klinikinė reikšmė* (p. 326). Palanga.
19. Žumbakytė, R., Vainoras, A., Kajėnienė, A. (2005). Recovery features of basketball players and persons without sport activity after bicycle test. *4th International Baltic Sports Medicine Congress* (pp. 57–58). Kaunas: LKKA.

### INFLUENCE OF ENDOGENOUS AND EGZOGENOUS FACTORS ON PECULIARITIES OF CARDIOVASCULAR REACTIONS DURING EXERCISE AND RECOVERY

Eurelija Venskaitytė<sup>1</sup>, Jurgita Šventoraitytė<sup>2</sup>, Kristina Poderytė<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. Algimantas Paulauskas<sup>2</sup>  
Lithuanian Academy of Physical Education<sup>1</sup>, Vytautas Magnus University<sup>2</sup>

### SUMMARY

One of the molecular mechanisms, which is a key component of the cardiovascular system functions regulation and determine its capacity or even development some of diseases – the renin-angiotensin system, within on of the proteins encoded

by angiotensin-converting enzyme (ACE) gene. The aim of this study was to investigate the relation of different age athletes' the ACE I/D polymorphism to the functioning of their cardiovascular system during exercise workouts. Genetic and cardiovascular function

researches in athletes were performed. DNA was extracted from peripheral blood cells and the ACE genotypes were identified by polymerase chain reaction (PCR) method. Standard 12-lead ECG and arterial blood pressure were registered during two exercise tests (of aerobic and anaerobic type). The results obtained during the study showed that in athletes of the II genotype subgroups were registered the less changes in heart rate and arterial blood pressure, in duration of JT intervals during booth exercise tests. JT/RR ratio indices differed during aerobic type of workout only.

The highest values of this index were registered in both athletes groups in DD genotype subgroups, however recovery rate of this index were considerably slower comparing it to another two groups. The recovery of cardiovascular functional indices in both groups was slower in DD genotype subgroups. The study results suggest that genotype is an important egzogenous factor having influence on the speed of recovery of cardiovascular indices.

**Keywords:** gene polymorphism, cardiovascular system, endogenous and egzogenous factors.

Eurelija Venskaitytė  
Lietuvos kūno kultūros akademijos  
Kineziologijos laboratorija  
Tėl. +370 37 302 650  
Mob. +370 615 24 037  
El. paštas: evenskaityte@yahoo.com

Gauta 2006 11 24  
Patvirtinta 2007 02 22

## Dviratininkų specialųjį parengtumą sąlygojantys veiksniai

*Doc. dr. Linas Tubelis, prof. habil. dr. Kazys Milašius, doc. dr. Rūta Dadelienė*  
Vilniaus pedagoginis universitetas

### Santrauka

*Darbo tikslas – nustatyti dviratininkų įvairių požymių sąsają su specialiuoju anaerobiniu alaktatiniu glikolitinu galingumu.*

*2006 metais ištirta 30 Lietuvos rinktinės ir jos pamainos dviratininkų. Nustatyti pagrindiniai fizinio išsivystymo rodikliai: ūgis, kūno masė, raumenų masė, parankesnės plaštakos jėga. Tirtas vienkartinis raumenų susitraukimo galingumas (VRSG), anaerobinis alaktatinis raumenų galingumas (AARG), psichomotorinės reakcijos laikas (PRL), judesių dažnis (JD) per 10 s. Nustatytas Ruffjė indeksas ir specialusis anaerobinis alaktatinis galingumas dirbant veloergometru 10 s trukmės darbą, taip pat specialusis anaerobinis alaktatinis glikolitinis galingumas dirbant veloergometru 30 s trukmės darbą (Skernevičius ir kt., 2004). Sąsajos tarp įvairių dviratininkų požymių nustatyti taikytas Pirsono tiesinės koreliacijos metodas. Ryšio patikimumas ir reikšmingumas buvo vertinamas pagal koreliacijos koeficientą ( $r$ ). Laikyta, kad  $p < 0,05$ , kai  $r = 0,35–0,45$ ,  $p < 0,01$ , kai  $r = 0,46–0,56$ ,  $p < 0,001$ , kai  $r = 0,57$  ir daugiau. Kad būtų galima išskirtinius sportininkų duomenis palyginti tarpusavyje ir su aritmetiniais vidurkiais, rodikliai standartizuoti ir sudaryti normalizuotų rodiklių profiliai.*

*Tyrimas parodė, kad dviratininkų anaerobinį alaktatinį ir mišrų anaerobinį alaktatinį glikolitinį absoliutų specialųjį galingumą sąlygoja raumenų masė. Tai leidžia daryti prielaidą, kad norint padidinti specialųjį anaerobinį alaktatinį glikolitinį galingumą tikslinga specialiais fiziniais krūviais didinti specialiųjų raumenų masę. Šie tyrimų duomenys patvirtina ankstesnių jaunųjų 15–17 metų dviratininkų tyrimų rezultatus, kad dviratininkų raumenų masės sąsaja su VRSG ir AARG yra stipri. Tokie ryšiai pastebėti tiriant ir kitų sporto šakų atstovus. VRSG, AARG, 10 s ir 30 s specialaus darbo galingumo rodikliai tarpusavyje turi patikimą sąsają, visi šie rodikliai taip pat turi ryšį su raumenų mase.*

*Tyrimas leidžia daryti prielaidą, kad dviratininkų gebėjimą rungtyniauti skirtingose rungtyse labiausiai lemia genetiniai veiksniai, o ypač greitųjų ir lėtųjų skaidulų santykis raumenyse. VRSG rodikliai šį santykį netiesioginiu būdu parodo, todėl šis testas galėtų padėti dviratininkams pasirinkti specializaciją.*

*PRL ir JD per 10 s rodikliai su dviratininkų specialiuoju anaerobiniu alaktatiniu ir mišriu anaerobiniu alaktatiniu glikolitinu galingumu funkcinio ryšio neturi. Šie testai gali apibūdinti centrinės nervų sistemos būklę, o ne raumenų galingumą.*

**Raktažodžiai:** dviratininkės, specialusis galingumas, koreliaciniai ryšiai, standartizavimas.

### Įvadas

Dviračių sporto rungčių įvairovė labai didelė. Vienoms rungtims reikia didesnio aerobinio pajėgumo (Milašius ir kt., 1996), kitų sportinius rezultatus labiau lemia anaerobinis glikolitinis pajėgumas, tačiau daugumoje dviračių sporto rungčių didelę reikšmę turi trumpas ir galingas greitėjimas (Stasiulis, Ančlauskas, 2003). Jo sėkmė priklauso nuo sportininkų anaerobinio alaktatinio ir glikolitinio galingumo (Neumann, 1992; Tubelis ir kt.,

2004; Kais, Raudsepp, 2005; Milašius ir kt., 2005.). Rengiant dviratininkus yra aktualu žinoti veiksnius, sąlygojančius dviratininkų specialųjį galingumą. Juos įvertinus galima tikslingiau planuoti sportininkų rengimą. Ši problema domina mokslo darbuotojus (Gabrys, Szmatlan-Gabrys, 2002; Vilkas, Dadelienė, 2003; 2004; Tubelis ir kt., 2004; Milašius ir kt., 2005), tačiau dar yra daug nežinomų veiksnių, kuriuos reikia išsiaiškinti pasitelkus sporto mokslo tyrimų metodologiją. Ypač daug neaiškumų iškyla rengiant