

SPORTUOJANČIŲ VAIKŲ IR PAAUGLIŲ ŠIRDIES IR KRAUJAGYSLIŲ SISTEMOS FUNKCINIAI YPATUMAI

Aldona Bartkevičienė¹, Alfonsas Vainoras², Dalia Bakšienė², Julija Brožaitienė¹,
Nijolė Raškauskienė¹, Sigita Kibildienė³, Nadežda Rožnova⁴

Kauno medicinos universiteto Psichofiziologijos ir reabilitacijos institutas, Palanga¹,
Kauno medicinos universitetas, Kaunas², Klaipėdos sporto medicinos centras, Klaipėda³,
Klaipėdos vaikų ligoninė, Klaipėda⁴, Lietuva

Aldona Bartkevičienė. Kauno medicinos universiteto Psichofiziologijos ir reabilitacijos instituto jaunesnioji mokslo darbuotoja. Mokslinių tyrimų kryptis — sportuojančio vaiko ir paauglio kairiojo skilvelio morfometrinių parametrų, funkcijos bei širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių ypatumai.

SANTRAUKA

Iki šiol nepakanka tyrimų, nagrinėjančių sportuojančių vaikų ir paauglių širdies ir kraujagyslių sistemos (ŠKS) adaptaciją prie fizinio krūvio. Šio tyrimo tikslas — naudojantis žmogaus organizmo funkcinės būklės įvertinimo modeliu, išnagrinėti sportuojančių 12—17 metų vaikų ir paauglių širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių kitimo greitį dozuoto fizinio krūvio metu.

Buvo ištirti 160 krepšinio, dviračių, irklavimo sporto šakas kultivuojančių 12—17 metų berniukų. Kontrolinę tiriamųjų grupę sudarė 79 sveiki nesportuojantys to paties amžiaus, lyties vaikai ir paaugliai.

Atlikta visų tiriamųjų M režimo ir dvimatė echokardiografija. Diastolės metu išmatavus tarpšilvelinės pertvaros (TSPd), KS užpakalinės sienelės storį (KSUSd) ir kairiojo skilvelio diastolinį skersmenį (KSDd), apskaičiuota KS miokardo masė (KSMM). Visi tiriamieji atliko veloergometrinių mėginį. Tirti šie rodikliai ir jų kitimo greitis: širdies susitraukimo dažnis (ŠSD), R-R intervalas (RR), J-T intervalas (JT), sistolinis arterinis kraujospūdis (S), diastolinis arterinis kraujospūdis (D), pulsinė amplitudė (S-D) ir išvestinis dydis — santykinė repoliarizacija JT / RR.

Tyrimas parodė, kad sportuojančių tiriamųjų ŠSD kitimo greitis per visas krūvio pakopas statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo nesportuojančių kontrolinės grupės tiriamųjų ($p < 0,05$). Per paskutinę krūvio pakopą (esant rezervinių galimybių mobilizacijos stadijai) maksimaliai pakito tiriamųjų ŠSD, JT, JT / RR, S, (S-D) kitimo greitis. Irkluotojų ŠSD kitimo greitis mažiausias aštuntą, krepšininkų ir dviratininkų — dešimtą, kontrolinės grupės tiriamųjų — šeštą fizinio krūvio minutę. Kontrolinės grupės tiriamųjų JT kitimo greitis padidėjo šeštą krūvio minutę ir skyrėsi nuo krepšininkų, irkluotojų ir dviratininkų ($p < 0,05$), nuo šeštos iki aštuntos minutės mažėjo tolygiai. Sportuojančių tiriamųjų JT / RR kitimo greitis buvo mažiausias aštuntą krūvio minutę (skirtumas tarp dviratininkų ir kontrolinės grupės — $p < 0,05$), o kontrolinės grupės tiriamųjų — šeštą minutę (skirtumas tarp krepšininkų ir kontrolinės grupės — $p < 0,05$). Krepšininkų S, (S-D) kitimo greitis mažiausias aštuntą minutę (skirtumas tarp krepšininkų ir kontrolinės grupės — $p < 0,05$), irkluotojų ir dviratininkų — dešimtą minutę, o kontrolinės grupės tiriamųjų — šeštą minutę (skirtumas tarp krepšininkų, irkluotojų, dviratininkų ir kontrolinės grupės — $p < 0,05$). Pasiekus mažiausią ŠSD, JT / RR, S, (S-D) kitimo greičio amplitudę, per paskutinę krūvio pakopą sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupėse šių rodiklių kitimo greitis vėl padidėjo. Didesnė JT / RR kitimo greičio amplitudės kaita pastebėta tarp krepšininkų, lyginant su irkluotojais, dviratininkais ir kontrolinės grupės tiriamaisiais. Fizinio krūvio pradžioje tarp sportuojančių tiriamųjų kairiojo skilvelio miokardo masės (KSMM) ir ŠSD kitimo greičio buvo nustatytas neigiamas koreliacinis ryšys ($r = -0,3$), kuris stiprėjo didinant fizinį krūvį (dešimtą minutę $r = -0,5$).

Apibendrinant šio tyrimo rezultatus galima teigti, kad sportuojantys vaikai ir paaugliai rezervinių galimybių mobilizacijos stadiją (maksimalų ŠSD, JT / RR, S, (S-D) greičio pokytį) pasiekia vėliau, lyginant su kontrolinės grupės tiriamaisiais. Tai gali rodyti geresnę vaikų širdies ir kraujagyslių sistemos adaptaciją prie fizinio krūvio, lyginant su nesportuojančiais, tačiau maksimalaus intensyvaus fizinio krūvio metu gali būti viršijamos širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinės galimybės.

Raktažodžiai: širdies ir kraujagyslių sistema, funkcinį rodiklių kitimo greitis, kairiojo skilvelio miokardo masė.

ĮVADAS

Mokslinėje literatūroje nestokojama duomenų apie suaugusių sportininkų širdies ir kraujagyslių sistemos (ŠKS) adaptaciją prie fizinio krūvio (Spirito et al., 1994; Sharma, 2003), o apie vaikų ir paauglių fizinio krūvio poveikį jų ŠKS žinoma gerokai mažiau,

nors sportuojančių vaikų daugėja (Triposkiadis et al., 2002; Vasiliauskas et al., 2006). Vaikui augant, jo ŠKS nuolatos kinta: didėja širdies svoris, tūris, kinta jos struktūra, vystosi organizmo fiziologinės funkcijos ir nusistovi tam tikri ryšiai tarp atskirų organizmo funkcinį sistemų (Lodish et al., 2000).

Sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS veikia ne tik fizinis krūvis, bet ir organizmo augimas ir brendimas (Amstrong, Welsman, 2005).

Lietuvoje pradėta domėtis suaugusių sportininkų organizmo sisteminė adaptacija prie fizinio krūvio (Vainoras, 1996; Žumbakytė, 2007). Visgi tiek Lietuvos, tiek pasaulinėje mokslinėje literatūroje nepakanka mokslinių tyrimų, nagrinėjančių sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS funkcinę būklę, sisteminę organizmo reakciją į fizinį krūvį. ŠKS funkcinės galimybės dažnai tampa veiksniumi, ribojančiu organizmo adaptaciją prie fizinio krūvio. Intensyvaus ir nuolatinio fizinio krūvio metu gali būti viršijamos vaikų ir paauglių organizmo fiziologinių galimybių ribos, todėl gali kilti grėsmė sveikatai ir gyvybei. Taigi svarbu įvertinti sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS ilgalaikę adaptaciją prie fizinio krūvio.

Tyrimo tikslas — naudojantis žmogaus organizmo funkcinės būklės įvertinimo modeliu išnagrinėti sportuojančių 12—17 metų vaikų ir paauglių ŠKS funkcinių rodiklių kitimo greitį dozuoto fizinio krūvio metu.

TYRIMO METODIKA IR ORGANIZAVIMAS

Tyrimas atliktas gavus Kauno regioninio biomedicininio tyrimų etikos komiteto leidimą (protokolo Nr.151/2007). Tiriamieji ir jų tėvai buvo informuoti apie tyrimą, jo tikslus. Sutikę dalyvauti tiriamieji ir jų tėvai užpildė asmens sutikimo formą ir pasirašė.

Buvo tiriama 160 atsitiktinai atrinktų 12—17 metų berniukų, kultivuojančių tris sporto šakas: krepšinį, dviračių sportą ir irklavimą.

Kontrolinę grupę sudarė to paties amžiaus ir lyties 79 sveiki nesportuojantys vaikai ir paaugliai. Tiriamieji buvo suskirstyti į keturias grupes: nesportuojantys, kultivuojančios irklavimo sporto šaką (irklotojai), krepšinį (krepšininkai), dviračių sportą (dviratininkai). Tiriamųjų charakteristika pateikta 1 lentelėje.

Tiriamieji buvo pasverti naudojant medicininės svarstyklės ir pamatuotas jų ūgis. Korotkovo metodu kairės rankos žasto srityje buvo išmatuotas arterinis kraujospūdis.

Tiriamiesiems gulint ant kairiojo šono, ultragarso aparatu *Philips* su 3,5 MHz davikliu, suteptu specialiu geliu, dvimatėje erdvėje atlikta standartinė transtorakalinė dvimatė echokardiografija. Pagal Amerikos echokardiografijos asociacijos rekomendacijas M režimu paarašternalinėje ilgojoje ašyje

diastolės pabaigoje išmatuoti šie morfometriniai dydžiai: tarpkilvelinės pertvaros storis (TSPd), kairiojo skilvelio diastolinis skersmuo (KSDd), kairiojo skilvelio užpakalinės sienelės storis (KSUSd) (Lai et al., 2006). Kairiojo skilvelio masė apskaičiuota taikant *Penn* konvencijoje priimtą R. B. Devereux (Lang et al., 2005) formulės korekciją:

$$KS \text{ masė (g)} = 1,04 \times [(TSPd + KSDd + KSUSd)^3 - KSDd^3] - 13,6$$

Tiriamieji aparatu *Archimed 4220* atliko veloergometrinių mėginių — taikytas nenutrūkstamas pakopomis kas dvi minutes didinamas fizinis krūvis iki submaksimalaus ŠSD (85% nuo maksimalaus ŠSD) arba krūvį ribojančių simptomų. Maksimalus ŠSD apskaičiuotas pagal formulę: maksimalus ŠSD = 220 – amžius.

Veloergometriniu tyrimo metu sinchroniškai kas dvi minutes kiekvienos krūvio pakopos paskutines 10 s buvo užrašyta EKG ir Korotkovo metodu išmatuotas arterinis kraujospūdis.

12—13 metų tiriamieji krūvį pradėjo nuo 25 W galingumo, kas dvi minutes didindami galingumą po 25 W. 14—17 metų sportininkai krūvį pradėjo nuo 50 galingumo, kas dvi minutes didindami galingumą po 50 W. Visi tiriamieji mynė veloergometrą 60 apsukų per minutę dažniu. Veloergometriniu tyrimo metu registruojant funkcinis rodiklius buvo vertinama trijų sistemų — vykdančiosios (veikiančio raumenyno), reguliacinės (apimančios centrinės nervų sistemos, autonominių bei humoralinių valdymą) ir aprūpinančiosios (ŠKS) veikla ir sąsajos tarp šių sistemų (Vainoras, 1996). Pradėjus tyrimą ir per kiekvieną krūvio pakopą analizuoti šie funkciniai rodikliai: ŠSD (vertintas visose sinchroniškai registruotose EKG derivacijose, skaičiuojant kiekvienos kardiociklo serijos vidurkį), R-R intervalas (apskaičiuotas pagal formulę $RR = 60 / \text{ŠSD}$), intervalas J-T (JT), sistolinis arterinis kraujospūdis (S), diastolinis arterinis kraujospūdis (D), pulsinė amplitudė (S-D) ir išvestinis dydis — santykinė repoliarizacija JT / RR. J-T intervalo matavimai atlikti II standartinėje derivacijoje, skaičiuojant rankiniu būdu. Funkciniai rodikliai S ir ŠSD yra labiau susiję su reguliacine sistema, S-D — su periferijos raumenų funkcija ir apibūdina vykdančiosios sistemos atsaką, JT nusako aprūpinančiąją sistemą, JT / RR rodo reguliacinės ir aprūpinančiosios sistemos sąsajas. Norint įvertinti fiziologinių rodiklių (ŠSD, JT, JT / RR, S, D, S-D) kitimo krūvio metu kiekybinę vertę, apskaičiuotas jų kitimo greitis kas antrą krūvio minutę, t. y. kiek fiziologiniai rodikliai didėjo vienam krūvio vatui kas antrą fizinio krūvio minutę.

Greitis apskaičiuotas pagal formulę:

$$f_i = (f(N_{i+1}) - f(N_i)) / (N_{i+1} - N_i),$$

čia f_i — fiziologinio rodiklio kitimo greitis krūvio metu; $i = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ krūvio minutė, kai krūvis didinamas kas 2 minutes; $N = 0, 25, 50, 75, 100, 125$ W — 12—13 metų sportininkams ir $N = 0, 50, 100, 150, 200, 250$ W — 14—17 metų tiriamiesiems.

Statistinė analizė. Aprašomajai rodiklių analizei atlikti buvo apskaičiuotas parametru aritmetinis vidurkis, 95% pasikliautinumo intervalas (PI), standartinis nuokrypis (SN). Tikrinant statistines hipotezes, t. y. kaip normalusis skirstinys atitinka kriterijus, buvo taikomi parametriniai (porinis t testas, vienaveiksmė dispersinė analizė ANOVA, Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientas) ar neparametriniai testai (*Mann-Whitney*, *Kruskal-Wallis* kriterijai, *Spirmeno* ranginė koreliacija). Reikšmingumo lygmuo (p), tikrinant statistines hipotezes, pasirinktas $p < 0,05$. Skaičiavimai atlikti naudojant *MS Office Excel* ir *SPSS 15* programų paketus.

TYRIMO REZULTATAI

Tiriamųjų charakteristika pateikta 1 lentelėje.

Palyginus ŠSD kitimo greitį nustatyta, kad sportuojančių tiriamųjų ŠSD kitimo greitis statistiškai reikšmingai mažesnis už kontrolinės grupės šio rodiklio kitimo greitį ($p < 0,05$). Sportuojančių tiriamųjų šio rodiklio kitimo kreivė yra tolygiai mažėjanti. Irklutojų ŠSD kitimo greitis mažiausias aštuntą, krepšininkų ir dviratininkų — dešimtą minutę. Kontrolinės grupės tiriamųjų ŠSD kitimo greičio kaita savita: šeštą minutę kontrolinės grupės tiriamieji pasiekia mažiausią šio rodiklio kitimo greitį, nuo šeštos — greitis tolygiai padidėja. Statistiškai reikšmingas skirtingų sporto šakų tiriamųjų ŠSD kitimo greičio skirtumas išryškėja ketvirtą ir šeštą minutę (1 pav.).

Iš 2 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad fizinio krūvio metu visų tiriamųjų JT kitimo greitis fizinio krūvio metu mažėja. Iki fizinio krūvio

ketvirtos minutės JT intervalo trukmės kitimo greičiai panašūs visose grupėse. Dviratininkų JT intervalo kitimo greitis nuo šeštos iki aštuntos minutės beveik nekinta, nuo aštuntos minutės mažėja tolygiai. Aštuntą minutę išryškėja skirtumas tarp dviratininkų ir krepšininkų bei irklutojų rodiklių ($p < 0,05$). Šeštą minutę kontrolinės grupės tiriamųjų JT kitimo greitis staiga padidėja, nuo šeštos iki aštuntos minutės vėl tolygiai mažėja.

Tiriamųjų JT / RR kitimo greičio duomenys pateikiami 3 paveiksle. Mažiausias irklutojų ir dviratininkų JT / RR kitimo greitis nustatytas aštuntą minutę, nuo aštuntos iki dešimtos — padidėja. Išanalizavus kontrolinės grupės tiriamųjų JT / RR kitimo greitį nustatyta, kad iki šeštos minutės kontrolinės grupės tiriamųjų JT / RR kitimo greitis mažėja tolygiai, šeštą minutę šio rodiklio greitis yra mažiausias, nuo šeštos iki aštuntos — padidėja.

Netolygiausia krepšininkų JT / RR kitimo greičio kreivė: nuo antros iki ketvirtos minutės mažėja, nuo ketvirtos iki šeštos — šiek tiek didėja, nuo šeštos — vėl mažėja, nuo aštuntos iki dešimtos — beveik nekinta. JT / RR kitimo greičio skirtumas nustatytas tarp kontrolinės grupės tiriamųjų ir sportininkų rodiklių ($p < 0,05$). Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp skirtingų šakų sportininkų JT / RR kitimo greičio neaptikta.

Tyrimas parodė, kad S kitimo greitis tiriamųjų grupėse skirtingas. Iš 4 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad sportuojančių tiriamųjų grupėse iki šeštos minutės S kitimo greičio kaita nedidelė. Nuo šeštos iki dešimtos minutės irklutojų ir dviratininkų S kitimo greitis tolygiai mažėja, krepšininkų — nuo šeštos iki aštuntos minutės mažėja, aštuntą — pasiekia mažiausią reikšmę, nuo aštuntos — padidėja. Išanalizavus S kitimo greitį sportininkų grupėse nustatyta, kad ketvirtą ir šeštą minutę išryškėja skirtumas tarp irklutojų ir dviratininkų rodiklių ($p < 0,05$). Kontrolinėje tiriamųjų grupėje iki šeštos minutės šio rodiklio kitimo greitis mažėja tolygiai, šeštą minutę yra

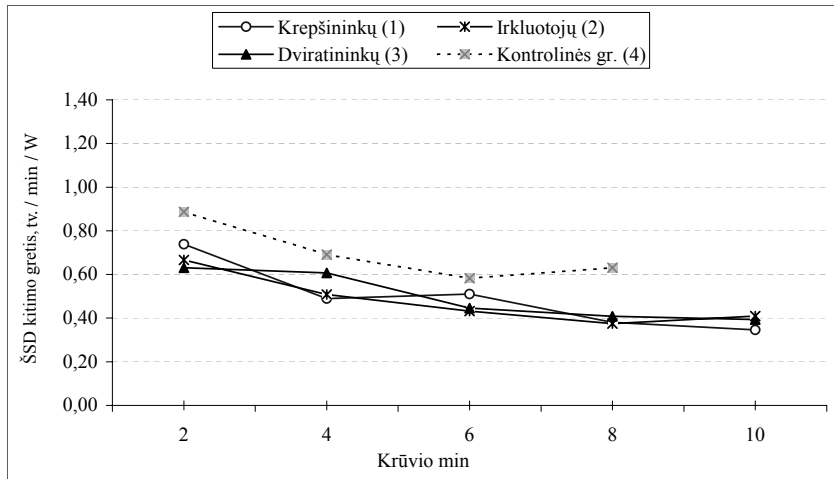
Grupė	N	Sporto stažas, m.	Amžius, m.	Ūgis, cm	Svoris, kg	Atlikto darbo galingumas, W	KSM ^M *
1. Krepšininkai	59	4,3 ± 1,9 ^{2,3}	14,9 ± 1,4	178,9 ± 11,4 ^{2,4}	67,1 ± 14,6 ³	189,8 ± 54,2 ⁴	201,3 ± 68,6 ⁴
2. Irklutojai	48	2,4 ± 1,4 ¹	15,0 ± 1,7	176,9 ± 8,6	65,8 ± 12,7 ³	200,0 ± 55,5 ⁴	196,8 ± 49,6 ⁴
3. Dviratininkai	53	2,7 ± 1,4 ¹	14,7 ± 7,4	171,9 ± 9,8 ¹	59,1 ± 12,2 ^{1,2}	195,3 ± 59,1 ⁴	196,6 ± 46,2 ⁴
4. Kontrolinė gr.	79		14,7 ± 1,6	173,9 ± 17,8 ¹	63,3 ± 15,6	127,2 ± 36,3 ^{1,2,3}	149,3 ± 35,9 ^{1,2,3}

1 lentelė. Tiriamųjų grupių charakteristika

Pastaba. Duomenys pateikti: vidurkis ± SN (standartinis nuokrypis). Simboliai ^{1,2,3,4} lentelės stulpelyje reiškia statistinį patikimumą ($p < 0,05$) tarp atitinkamų grupių rodiklių reikšmių, pvz.: ^{2,4} rodo statistinį rodiklio skirtumo patikimumą tarp krepšininkų ir dviratininkų (2 gr.) bei kontrolinės grupės rodiklių (4 gr.); * — kairiojo skilvelio miokardo masė (KSM^M).

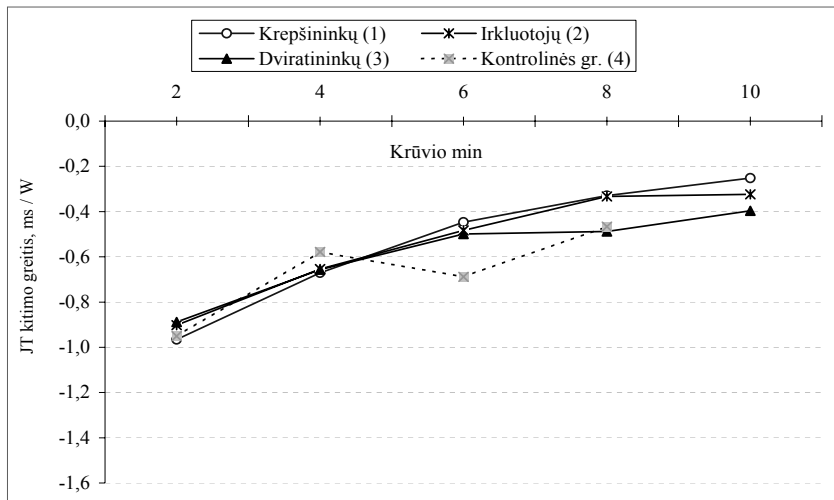
1 pav. ŠSD kitimo greičio kaita grupėse krūvio metu

Pastaba. $p < 0,05$ antrą krūvio min — 1:4, 2:4, 3:4; ketvirtą min — 1:3, 1:4, 2:3, 2:4, 3:4; šeštą min — 1:2, 2:4, 3:4; aštuntą min — 1:4, 2:4, 3:4.



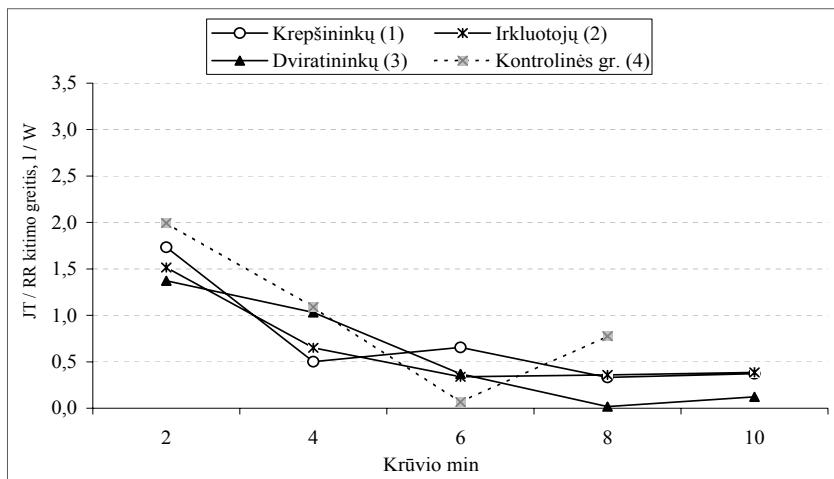
2 pav. JT kitimo greičio kaita grupėse krūvio metu

Pastaba. $p < 0,05$ šeštą krūvio min — 1:4, 2:4, 3:4; aštuntą min — 1:3, 2:3.



3 pav. Santykinio rodiklio JT / RR kitimo greičio kaita krūvio metu

Pastaba. $p < 0,05$ antrą krūvio min — 3:4; ketvirtą min — 1:4; šeštą min — 1:4; aštuntą min — 3:4.

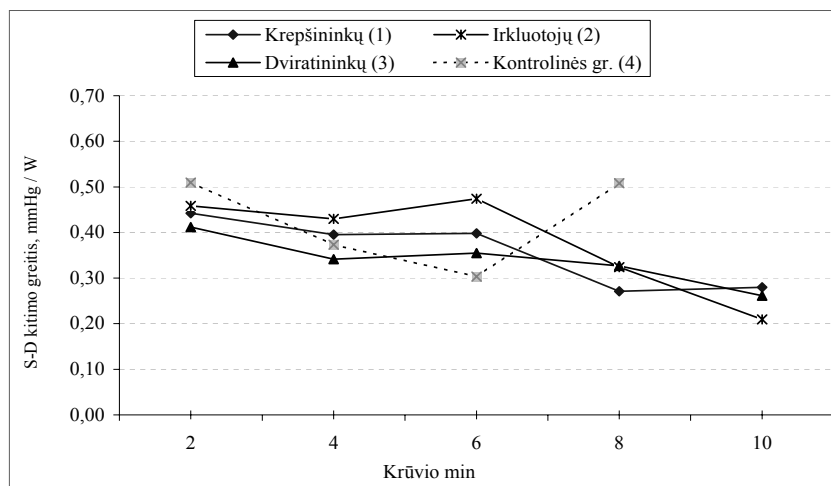


mažiausias, o nuo šeštos iki aštuntos — didėja. Antrą, šeštą ir aštuntą minutę išryškėja statistiškai reikšmingas skirtumas tarp kontrolinės grupės tiriamųjų ir sportuojančiųjų rodiklių ($p < 0,05$).

5 paveiksle pateikti (S-D) kitimo greičio duomenys. Nustatyta, kad dviratininkų ir irkluotojų (S-D) kitimo greitis panašus: iki šeštos minutės kinta nedaug, nuo šeštos iki dešimtos — tolygiai mažėja. Krepšininkų šio rodiklio greitis iki aštuntos minutės mažėja tolygiai, aštuntą minutę pasiekia mažiausią reikšmę, nuo aštuntos iki dešimtos

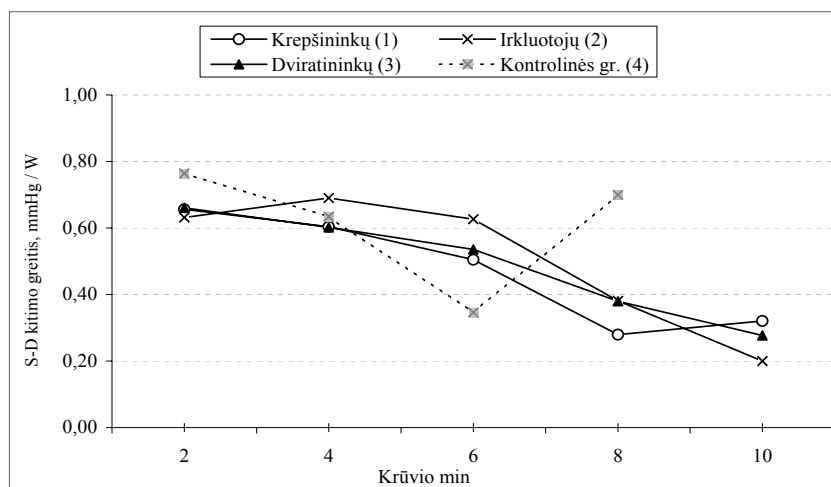
padidėja. Iki šeštos minutės kontrolinės grupės tiriamųjų (S-D) kitimo greitis tolygiai mažėja, šeštą minutę yra mažiausias, nuo šeštos — didėja. Antrą, šeštą ir aštuntą minutę išryškėjo statistiškai reikšmingas (S-D) kitimo greičio skirtumas tarp tiriamųjų grupių ($p < 0,05$).

Rezultatai parodė KSMM koreliaciją su ŠSD, JT, S kitimo greičiais. Antrą, ketvirtą ir aštuntą fizinio krūvio minutę išryškėja neigiamas koreliacinis ryšys tarp KSMM ir ŠSD kitimo greičio ($r = -0,3$), dešimtą minutę nustatytas stipresnis



4 pav. S kitimo greičio kaita krūvio metu

Pastaba. $p < 0,05$ antrą krūvio min — 3:4; ketvirtą min — 2:3; šeštą min — 1:4, 2:3, 2:4; aštuntą min — 1:4, 2:4, 3:4.



5 pav. Pulsinės AKS amplitudės (S-D) kitimo greičio kaita krūvio metu

Pastaba. $p < 0,05$ antrą krūvio min — 1:4, 2:4; šeštą min — 1:2, 1:4, 2:4, 3:4; aštuntą min — 1:4, 2:4, 3:4.

neigiamas koreliacinis ryšys tarp ŠSD kitimo greičio ir KSMM ($r = -0,5$). Šeštą minutę nustatytas teigiamas koreliacinis ryšys tarp JT kitimo greičio ir KSMM ($r = 0,3$), dešimtą — kiek silpnesnis neigiamas koreliacinis ryšys tarp KSMM ir S kitimo greičio ($r = -0,2$).

REZULTATŲ APTARIMAS

Fizinio krūvio metu atsirandantys organizmo funkcijų pokyčiai — tai ne vienos organizmo sistemos funkcinės būklės kaita, o sudėtingų tarpusavyje susijusių daugelio procesų visuma (Biggiero, 2001). Šioje procesų grandinėje svarbus vaidmuo tenka ŠKS, kurios funkcinis pajėgumas daugiausia lemia organizmo adaptaciją prie fizinio krūvio. Todėl norėdami išsamiau išanalizuoti ilgalaikio fizinio krūvio poveikį sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS, taikėme integralios organizmo reakcijos į fizinį krūvį modelį (Vainoras, 1996).

Kintant fizinio krūvio sunkumui iki maksimumo, keičiasi ir ŠKS funkciniai rodikliai, bet jų analizė neatskleidžia periferinių ir centrinių kraujotakos reguliavimo mechanizmo ryšių, todėl moksliniais tyrimais pradėti nagrinėti rodiklių kaitos greičiai

ir jų tarpusavio ryšiai. Tai padeda giliau suvokti kraujotakos reguliavimo mechanizmus fizinio krūvio metu (Žumbakytė, 2007). Yra žinoma, kad ŠKS funkcinės galimybės dažnai tampa veiksniumi, ribojančiu organizmo adaptaciją prie ilgalaikio fizinio krūvio. Tačiau duomenų apie sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS funkcinis pokyčius nepakanka. Šiuo tyrimu norėta atsakyti į klausimus, ar vaikų ir paauglių organizmo adaptacija prie fizinio krūvio skiriasi nuo suaugusių sportininkų, ar sporto šakos pobūdis lemia skirtingas sportuojančių vaikų ir paauglių funkcinis rodiklių kitimo greičio reakcijas, kaip laiku įvertinti sportuojančių vaikų ir paauglių ŠKS funkcinis galimybių ribas bei išvengti sveikatos sutrikimų. Todėl analizuojant tyrimo rezultatus buvo įvertinti ŠKS rodiklių kaitos greičiai ir jų tarpusavio ryšiai.

Svarbiu širdies ir kraujagyslių sistemos adaptacijos galimybių rodikliu laikoma ŠSD kaita (Darr et al., 1988). Augant vaikui, 10—15 gyvenimo metais, kol dar neišsivystė kraujotakos persikirstymo mechanizmas, didėja širdies darbingumas fizinio krūvio metu, ir čia pagrindinis vaidmuo tenka ŠSD (Turley, Wilmore, 1997; Žemaitytė, 1997; Winsley et al., 2003). Vertinant funkcinis rodiklių kitimo

greitį pastebėta, kad sportininkų ŠSD kitimo greitis statistiškai patikimai mažesnis už kontrolinės grupės tiriamųjų atitinkamą rodiklį ir fizinio krūvio metu tolygiai mažėja. Šio tyrimo duomenys patvirtina literatūros duomenis, rodančius, kad ilgalaikis organizmo adaptavimasis prie fizinio krūvio didina parasimpatinės nervų sistemos aktyvumą ir kartu mažina širdies susitraukimų dažnį. Akivaizdu, kad mažesnis sportuojančių tiriamųjų ŠSD kitimo greitis rodo geresnę adaptaciją prie fizinio krūvio. Tai tvirtina ir kiti autoriai, tyrę suaugusius sportininkus (Žumbakytė, 2007).

Širdies metaboliniai pokyčiai yra susiję su JT intervalu (Vainoras, 1996). Fizinio krūvio metu sportuojančių JT intervalo kitimo greitis yra mažesnis už nesportuojančių (Žumbakytė, 2007). Atlikto tyrimo rezultatai iš dalies tai patvirtina. Sportuojančių tiriamųjų JT intervalo kitimo greitis tolygiai mažėja ir šeštą fizinio krūvio minutę pasidaro statistiškai patikimai mažesnis už nesportuojančių tiriamųjų. Tai rodo geresnę sportuojančių ŠKS adaptaciją prie fizinio krūvio.

Organizmo širdies ir kraujagyslių sistemos funkcijos mobilizacijos dydį gerai nusako elektrokardiogramos JT ir RR intervalų santykis — JT / RR (Vainoras, 1996; Vainoras ir kt., 1999). Atliktas tyrimas parodė, kad mažiausią JT / RR kitimo greitį sportininkai pasiekia aštuntą minutę, kontrolinės grupės tiriamieji — šeštą minutę, vėliau greitis padidėja. JT / RR kitimo greičio padidėjimas per paskutinę krūvio pakopą rodo tiriamųjų funkcinių galimybių ribą ir rezervinių galimybių mobilizaciją. Kai kurie autoriai teigia, kad pagal šį rodiklį galima būtų nustatyti, kada būtina riboti fizinį krūvį (Žumbakytė, 2007).

Suaugusių asmenų sistolinio kraujospūdžio pokyčiai fizinio krūvio metu svarbūs nustatant širdies ir kraujagyslių sistemos funkcines galimybes, organizmo persitreniravimo arba persitempimo procesus (Kelley et al., 1999). Mokslininkai, tyrę suaugusius sportininkus, teigia, kad sportininkų S kitimo greitis nuo pat fizinio krūvio pradžios didėja (Žumbakytė, 2007). Tai rodo ryškesnį suaugusių sportininkų reguliacinės sistemos atsaką į fizinį krūvį. Autoriai, tyrinėję vaikų ir paauglių ŠKS adaptaciją prie fizinio krūvio, tvirtina: tik pasibaigus vaikų ir paauglių brandai ir galutinai susiformavus kraujosrovės persikirstymo fizinio krūvio metu mechanizmui, pokyčius fizinio krūvio metu lemia sistolinio kraujospūdžio kaita (Focht, Koltyn, 1999). Atlikto tyrimo rezultatai patvirtina šį teiginį: sportininkų S kitimo greitis iki šeštos krūvio minutės beveik nekito, nuo šeštos — tolygiai mažėjo.

Sportininkų pulsinės amplitudės (S-D) greičio kaitos didesnė amplitudė, lyginant su nesportuojančiųjų, rodo intensyvesnį vykdančiosios sistemos (raumenyno) išitraukimą į fizinį krūvį (Žumbakytė, 2007). Tai patvirtina ir mūsų gauti duomenys. Akivaizdu, kad nesportuojančiųjų vykdančioji sistema nėra adaptuota prie tokio krūvio ir jų rezervinės galimybės išsenka anksčiau, lyginant su sportininkų.

Per paskutines fizinio krūvio pakopas galima nustatyti tiriamųjų širdies raumens darbingumo ribą ir kompensacinių mechanizmų išitraukimo procesus (Vainoras, 1996; Poderys, 2004). Palyginus sportininkų ir kontrolinės grupės tiriamųjų funkcinių rodiklių kitimo greičio kreives nustatyta, kad sportininkų JT / RR, S, (S-D) greitis maksimaliai sumažėja aštuntą minutę, o kontrolinės grupės tiriamųjų — šeštą. Vėliau šių rodiklių kitimo greitis tiriamųjų grupėse padidėja. Tai rodo geresnę sportininkų adaptaciją prie fizinio krūvio. Antra vertus, šie rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad fizinio krūvio metu sportininkams pasiekus rezervinių galimybių mobilizacijos stadiją gali būti viršijamos ŠKS funkcinių galimybių ribos. Į tai svarbu atsižvelgti ir laiku įvertinti sportuojančių vaikų ir paauglių persitreniravimą, kitas būsenas, sukeliančias grėsmę jų organizmui, bei parinkti optimalius fizinius krūvius.

Lyginant rodiklius tiriamųjų grupėse pagal sporto šakas nustatyta, kad krepšinininkų mažiausias S, (S-D) kitimo greitis yra aštuntą minutę, o kitų sportininkų — dešimtą. Be to, netolygiausia JT / RR greičio kitimo kreivė nustatyta tarp krepšinininkų. Tai rodo didesnę reguliacinės ir aprūpinančiosios sistemos išitraukimą į fizinį krūvį ir nepakankamą vykdančiosios sistemos adaptaciją prie fizinio krūvio. Kitokius duomenis pateikia R. Žumbakytė. Mokslininkė nustatė, kad krepšinininkų širdies ir kraujagyslių sistemos adaptacija prie fizinio krūvio geresnė, lyginant su kitų šakų sportininkais. Panašiai teigia ir kiti tyrėjai (Vasiliauskas ir kt., 2006). Atlikto tyrimo duomenys leidžia daryti prielaidą, kad kintamo intensyvumo aciklinis krepšinio sporto šakos pobūdis ir ilgesnė treniravimosi trukmė, lyginant su kitomis, lemia tokius krepšinininkų rodiklius. O gal šį skirtumą iš dalies galėjo lemti sportinio krūvio intensyvumas ir trenerio parinkta treniruočių strategija? Vis dėlto šį teiginį būtina patikrinti ištyrus didesnį krepšinininkų kontingentą.

Mokslinėje literatūroje aptinkama duomenų, įrodančių, kad sportininkų kairiojo skilvelio miokardo masės (KSMM) rodikliai koreliuoja su ŠSD ir sistoliniu kraujospūdžiu (S) (Malcolm et al., 1993; Graetinger et al., 1995; Cubero et al., 2000). Atlik-

tas tyrimas tai patvirtino. Nustatytas neigiamas koreliacinis ryšys tarp sportininkų ŠSD kitimo greičio ir KSMM jau antrą fizinio krūvio minutę. Didėjant fizinio krūvio galimumui, koreliacinis ryšys stiprėjo. Maksimalaus fizinio krūvio metu, t. y. dešimtą minutę, nustatytas silpnas teigiamas S kitimo greičio ir KSMM koreliacinis ryšys. Šį reiškinį galima paaiškinti taip: dėl fizinio krūvio persimodeliuoja KS. Šį pokytį rodo padidėjęs KS sienelių storis, KS skersmuo ir KSMM. Todėl galingesnis KS miokardas lemia geresnę sportininko širdies ir kraujagyslių sistemos adaptaciją prie fizinio krūvio.

Taigi tyrimas parodė, kad sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų nagrinėtų širdies ir kraujagyslių sistemos rodiklių kitimo greitis skirtingas. Veloergometrinio krūvio metu registruojamų rodiklių kitimo greičio pokyčiai leidžia tiksliau įvertinti širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinę būklę.

IŠVADOS

1. Sportuojančių vaikų ir paauglių ŠSD kitimo greitis statistiškai reikšmingai skiriasi nuo nesportuojančių tiriamųjų atitinkamo rodiklio.
2. Sportuojančių vaikų ir paauglių ŠSD, JT / RR, S, (S-D) kitimo greitis mažiausias aštuntą fizinio krūvio minutę, nesportuojančių tiriamųjų — šeštą.
3. JT / RR greičio amplitudė labiau kinta krepšinininkų, lyginant su irkluotojū, dviratininkų ir nesportuojančių tiriamųjų rodikliais.
4. Fizinio krūvio pradžioje nustatytas sportuojančių tiriamųjų KSMM ir ŠSD kitimo greičio neigiamas koreliacinis ryšys, kuris stiprėjo didinant fizinį krūvį.

LITERATŪRA

- Armstrong, N., Welsman, J. (2005). Physiology of the child athlete. *Lancet*, 366 (1), 44—45.
- Biggiero, L. (2001). Sours of complexity in human systems. *Journal of Nonlinear Dynamics. Psychology and Life Sciences*.
- Bartkevičienė, A., Bakšienė, D. (2007). Sportuojančių vaikų ir paauglių širdies morfometrinių parametru pokyčiai ir kairiojo skilvelio funkcija. *Medicina*, 43 (3), 251—258.
- Cubero, G. I., Batalla, A., Reguero, J. J. R. et al. (2000). Left ventricular mass index and sports: The influence of different sports activities and arterial blood pressure. *International Journal of Cardiology*, 75, 261—265.
- Darr, K. C., Basset, D. R., Morgan, B. J., Thomas, D. P. (1988). Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise. *American Journal of Physiology*, 254, 340—343.
- Emeljanovas, A., Venskaitytė, E., Danusevičiūtė, L., Poderys, J. (2006). Reguliarių sportinių žaidimų ir ciklinių sporto šakų pratimų poveikis 11—14 metų berniukų raumenų bei širdies ir kraujagyslių sistemoms. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 3 (62), 3—10.
- Focht, B. C., Koltyn, K. F. (1999). Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 456—463.
- Graetinger, W. F., Smith, D. H., Neutel, J. M. et al. (1995). Relationship of ventricular structure to maximal heart rate during exercise. *Chest*, 107 (2), 341—345.
- Kelley, G. A. (1999). Aerobic exercise and resting blood pressure among women: A meta-analysis. *Preventive Medicine*, 28 (3), 264—275.
- Lai, W., Geva, T., Shirali, G. et al. (2006). Guidelines and Standards for Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 19 (12), 1413—1430.
- Lang, R. M., Bierig, M., Devereux, R. B. et al. (2005). Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *Journal of American Society of Echocardiography*, 18, 1440—1463.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L. et al. (2000). *Molecular Cell Biology*. New York.
- Malcolm, D. D., Burns, T. L., Mahoney, L. T., Lauer, R. M. (1993). Left ventricular mass and exercise responses predict future blood pressure. *The Muscatine Study Pediatrics*, 92 (5), 703—709.
- Poderys, J. (2004). *Kineziologijos pagrindai: mokomoji knyga*. Kaunas.
- Poškaitis, V., Miseckaitė, B., Venskaitytė, E., Poderys, J., Vainoras, A. (2007). Deguonies išotinio raumenyse ir funkcinė išeminių reiškinų miokarde kitimo ypatybės atliekant pakopomis didėjantį krūvį veloergometru. *Medicina*, 43 (5), 385.
- Sharma, S. (2003). Athlete's heart — effect of age, sex, ethnicity and sporting discipline. *Experimental Physiology*, 88 (5), 665—669.
- Spirito, P., Pelliccia, A., Proschan, M. A. et al. (1994). Morphology of the "athlete's heart" assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. *The American Journal of Cardiology*, 74 (8), 802—806.
- Triposkiadis, F., Ghiokas, S., Skoularigis, I. et al. (2002). Cardiac adaptation to intensive training in prepubertal swimmers. *European Journal of Clinical Investigation*, 32 (1), 16—23.
- Turley, K. R., Wilmore, J. H. (1997). Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *Journal of Applied Physiology Exercise and Muscle*, 83 (3), 948—957.
- Vainoras, A., Gargasas, L., Jaruševičius, G. et al. (1999). Veloergometrija ir sisteminių vertinimų galimybė. *Lithuanian Journal of Cardiology*, 6 (2), 760—762.
- Vainoras, A. (1996). *Širdies repoliarizacijos procesų tyrimas ramybės ir fizinio krūvio metu (100-taškės ir įprastinės*

EKG duomenys): habilitacinis darbas. Kaunas: KMU.

Vasiliauskas, D., Venckūnas, T., Marcinkevičienė, J., Bartkevičienė, A. (2006). Development of structural cardiac adaptation in basketball players. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 13, 985—989.

Winsley, R. J., Armstrong, N., Bywater, K., Fawcner, S. G. (2003). Reliability of heart rate variability measures at rest

and during light exercise in children. *British Journal of Sports Medicine*, 37 (6), 550—552.

Žemaitytė, D. (1997). *Širdies ritmo autonominis reguliavimas: mechanizmai, vertinimai, klinikinė reikšmė.* Palanga.

Žumbakytė, R. (2007). *Krepšininkų ir futbolininkų funkcinės būklės ypatybės naudojant integraliojo vertinimo modelį: daktaro disertacija.* Kaunas: KMU.

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL PARAMETERS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN CHILDREN AND ADOLESCENT ATHLETES

Aldona Bartkevičienė¹, Alfonsas Vainoras², Dalia Bakšienė², Julija Brožaitienė¹, Nijolė Raškauskienė¹, Sigita Kibildienė³, Nadežda Rožnova⁴

Institute of Psychophysiology and Rehabilitation c/o Kaunas University of Medicine¹, Palanga, Kaunas University of Medicine², Kaunas, Klaipėda Sports Medical Centre³, Klaipėda, Klaipėda Children Hospital⁴, Klaipėda, Lithuania

ABSTRACT

There is a strong need for more studies to analyze the adaptive changes of cardiovascular system to exercise training in children and adolescent athletes.

The aim of the research was to describe alternations in the speed of changes in the parameters of cardiovascular system during exercise test in 12—17 years old athletes.

The sample consisted of 160 male basketball players, rowers and cyclists between 12 and 17 years and healthy 79 non-athlete controls of similar age and the same gender.

All the subjects were examined by M-mode and 2-dimensional echocardiography. Left ventricular end-diastolic internal diameter, posterior wall thickness, as well interventricular wall thickness were measured from M-mode echocardiography. Left ventricular mass (LVM) was calculated.

All the participants of the study performed a graded exercise test on cycle ergometer. 12 ECG standard derivations were synchronically recorded every other minute. The following functional parameters and the speed of their changes were estimated: heart rate (HR), JT interval, RR interval, systolic blood pressure (S), diastolic blood pressure (D), pulse blood pressure amplitude (S-D), JT / RR ratio.

The results showed that speed of changes in HR of athletes during all the stages of the exercise test was lower than that in the control group ($p < 0.05$). Differences in the speed of changes in HR, JT, JT / RR, S and (S-D) between athletes and controls have been reported in the last stages of the exercise test. The lowest speed of changes in HR observed in rowers in the 8-th min, in basketball players and cyclists — in the 10-th min, and in controls — in the 6-th min of the exercise test. We found statistically significantly higher speed of changes in JT in controls than that of athletes in the 6-th min of the exercise ($p < 0.05$). The lowest speed of changes in JT / RR observed in athletes in the 8-th min (the difference between the cyclists and the controls $p < 0.05$), in controls — in the 6-th min (the difference between the basketball players and the controls $p < 0.05$). Basketball players showed the lowest speed of changes in S and (S-D) in the 8 th min (the difference between the basketball players and the controls $p < 0.05$), cyclists and rowers — in the 10-th min, controls — in the 6-th min of the exercise test (the difference between the rowers, the basketball players, the cyclists and the controls $p < 0.05$). After reaching the lowest values, the speed of changes in HR, JT / RR, S, (S-D) increased in athletes and controls. The dynamic of speed changes in JT / RR ratio in basketball players is peculiar, compared to those of cyclists and rowers. The speed of changes in HR correlated significantly in athletes to LVM at the beginning of the load ($r = -0,3$). Stronger correlation between the speed of changes in HR and LVM was found in the 10-th min of the exercise test ($r = -0,5$).

These findings showed that the athletes have reached the lowest values of speed of changes in the parameters in the final stages of the exercise test later compared to controls, and that suggests a better adaptation of cardiovascular system to physical exercise. Nevertheless, the alternation of speed of changes in JT / RR, S and (S-D) in the final steps of the exercise can indicate the limit of functional possibilities of cardiovascular system.

Keywords: cardiovascular system, speed of changes in functional parameters, left ventricular mass.

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

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

Aldona Bartkevičienė
Kauno medicinos universiteto Psichofiziologijos ir reabilitacijos institutas
(Institute of Psychophysiology and Rehabilitation c/o Kaunas University of Medicine)
Vydūno al. 4, LT-00135 Palanga
Lietuva (Lithuania)
Tel +370 46 484156
E-mail abartkevičienė@hotmail.com