

О.Б. Неханевич

БІОЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ СЕРЦЯ ТА ВЕГЕТАТИВНА РЕГУЛЯЦІЯ СПОРТСМЕНОК, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ВАЖКОЮ АТЛЕТИКОЮ ТА ТХЕКВОНДО

*Дніпропетровська державна медична академія
кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології
(зав. – д. мед. н., проф. В. В. Абрамов)*

Ключові слова: адаптація, тхеквондо, важка атлетика, варіабельність серцевого ритму, електрокардіографія

Key words: adaptation, taekwondo, lifting, heart rate variability, ECG

Резюме. *Результаты исследования показали, что признаками долго-временной адаптации спортсменок к скоростно-силовым нагрузкам является увеличение влияния синусового узла, активности парасимпатической части вегетативной нервной системы при снижении влияния как гуморальной, так и подкорковой регуляции и симпатической активности. Признаками срочной адаптации были: снижение роли автономного контура регуляции и симпатикотония. Анализ показателей ЭКГ и вариабельности сердечного ритма в динамике овариально-менструального цикла спортсменок показал увеличение роли центрального контура регуляции, симпатической нервной системы и уменьшение влияния парасимпатической нервной системы и синусового узла в регуляции сердечно-сосудистой деятельности в постовуляторной фазе по сравнению с постменструальной.*

Summary. *Research results showed that increase of sinus node impact, activity of parasympathetic part of vegetative nervous system in decrease of impact both of humoral and subcortical regulation and sympathetic activity are the signs of a prolonged adaptation of female athletes to speedpower loads. Signs of urgent adaptation are: decrease of role of autonomous regulation contour and sympathicotonia. Analysis of ECG data and heart rhythm variability in dynamics of ovario-menstrual cycle showed increase of the role of central contour of regulation, sympathetic nervous system and decrease of influence of parasympathetic nervous system and sinus node in regulation of cardio-vascular activity in post-ovulatory phase.*

У відповідь на систематичні фізичні навантаження серцево-судинна система спортсменок зазнає ряду адаптивних змін, які зумовлені, з одного боку, зміною регулюючих впливів вегетативної нервової системи, з іншого – потребою інтенсивнішої оксигенації тканин, що прямо пов'язано з ударним об'ємом серця і товщиною його камер [5]. Незважаючи на значний розвиток науки і техніки, електрокардіографія (ЕКГ) залишається найбільш розповсюдженим методом дослідження серця у клініці і спортивній медицині [3], що пояснюється відносно легкою доступністю та достатньою інформативністю ЕКГ для оцінки біоелектричної активності серця (автоматизму, провідності та збудливості міокарда) [5, 7]. Наявність чисельних відмінностей у кардіограмі спортсменів [5, 10], неоднозначні оцінки отриманих результатів та надзвичайна важливість стану біоелектричної активності серця диктують потребу в подальшому вивченні цієї проблеми.

Прагнення спортсменок до вищих результатів часто супроводжується інтенсифікацією трену-

вального процесу і виконанням великих обсягів фізичних навантажень, що може призводити до зриву механізмів адаптації. На думку авторів [1, 10, 12, 13], ранньою ознакою порушення адаптації спортсменок до інтенсивних фізичних та психоемоційних навантажень є дисбаланс вегетативної нервової системи, що в подальшому може призводити до розвитку передпатологічних і патологічних станів [8, 11]. В останні роки в діагностиці стану вегетативної нервової системи спортсменів поряд із традиційними методами набули поширення методи визначення варіабельності серцевого ритму (ВСР), які дозволяють отримати інформацію про механізми регуляції кровообігу і організму в цілому, отже, можуть служити показниками адаптації до тренувальних й змагальних навантажень [4, 6]. Таким чином, метою роботи було вивчення характеру вегетативної адаптації до швидкісно-силових фізичних навантажень у різні фази ОМЦ, а також ранні симптоми вегетативної дезадаптації у жінок, які займаються важкою атлетикою та тхеквондо.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нами було проведено обстеження 51 спортсменки віком від 15 до 28 років, які займалися важкою атлетикою (n=18) та тхеквондо (n=33) у спеціалізованих ДЮСШ м. Дніпропетровська та Дніпропетровської області. До контрольної групи увійшли 28 жінок відповідного віку, які не займалися в спортивних секціях, а обсяг фізичних навантажень відповідав навчальним програмам з фізвиховання загальноосвітніх та вищих навчальних закладів.

На момент початку обстеження спортсменки, які займалися важкою атлетикою, мали спортивний стаж $5,8 \pm 0,9$ року, спортсменки-тхеквондистки – $5,7 \pm 0,6$ року. Тривалість тренувальних занять на тиждень серед важкоатлеток складала в середньому $9,1 \pm 0,6$ години, серед тхеквондисток – $7,6 \pm 0,6$ години на тиждень.

Комплексне обстеження проводили на загальнопідготовчому етапі базового мезоциклу річної підготовки спортсменок двічі (в постменструальну (6-10 дні) і в постовуляторну фази (20-26 дні) менструального циклу обстежуваних). Біоелектрична активність серця вивчалась за допомогою методу ЕКГ. Реєстрація ЕКГ здійснювалася в 12 загальноприйнятих відведеннях (I, II, III – стандартні, AVR, AVL, AVF – однополюсні відведення від кінцівок, V_1 - V_6 – однополюсні грудні відведення) за загальноприйнятою методикою за допомогою діагностичного автоматизованого комплексу «Кардіо+». Вивчення функціонального стану вегетативної нервової системи та механізмів адаптації організму до фізичних навантажень проводилось за допомогою комп'ютерної методики аналізу варіабельності серцевого ритму (BCP) [4]. У проведеному нами дослідженні аналіз BCP проводився відповідно до міжнародних стандартів [4] з використанням автоматизованого діагностичного комплексу «Кардіо+», розробленого на базі НПП «Метекол» у м. Ніжин, який має держреєстрацію за № 775/99 від 14.06.99 р. Для аналізу BCP реєстрацію ЕКГ здійснювали у 2 стандартному відведенні протягом 5 хвилин у стані відносного фізіологічного спокою та після дозованого фізичного навантаження на велоергометрі. Для оцінки отриманих результатів як стандарти були використані методичні рекомендації МОЗ України [4], а також розроблені Р.М. Баєвським рекомендації щодо інтегральної оцінки BCP [2]. Отримані результати оброблялись за допомогою методів варіаційної статистики, з використанням програми STATISTICA 6.0 [9].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За даними ЕКГ було встановлено, що у тхеквондисток та важкоатлеток частіше спостерігалась брадикардія (63,2% та 30,2% проти 10,3% у жінок контрольної групи, $p < 0,05$), натомість тахікардія була статистично частіше у неспортсменок (5,2% та 10,3% проти 23,5% відповідно, $p < 0,05$). Збільшення тривалості зубця P та інтервалу PQ у спортсменок зумовило більшу величину у них інтервалу RR ($984 \pm 25,1$ мс у тхеквондисток та $975,4 \pm 30,7$ мс у важкоатлеток) у порівнянні з жінками, які спортом не займалися ($816 \pm 24,5$ мс, $p < 0,05$). Така різниця в обраних групах пов'язана зі зміною впливу регулюючих серцеву діяльність систем: симпатико-парасимпатичного впливу, що в цілому відображає співвідношення дії центрального та автономного контурів регуляції. Зміна положення електричної вісі серця у вертикальному напрямку спостерігалось у 35% обстежених тхеквондисток та у 15,9% неспортсменок, $p < 0,05$. Середні значення інтервалу QT, який відображає систолу шлуночків, мало суттєві відмінності у групах порівняння та становило у тхеквондисток та жінок-неспортсменок відповідно $392 \pm 4,3$ мс і $358 \pm 4,9$ мс ($p < 0,05$).

При оцінці показників BCP у спортсменок виявлено більший вплив на їх серцево-судинну систему периферичного контуру регуляції, а також збільшення активності парасимпатичної частини вегетативної нервової системи (RMSSD та pNN50 спортсменок дорівнювали $104,0 \pm 4,9$ мс та $59,0 \pm 3,2$ мс у тхеквондисток і $78,0 \pm 9,3$ мс та $46,5 \pm 5,0$ мс у важкоатлеток, а у неспортсменок $45,0 \pm 4,9$ мс та $21,8 \pm 3,8$ мс відповідно, $p < 0,05$). На цей факт також вказує збільшення M_0 , який говорить про автономну роботу синусового вузла, у спортсменок ($1068 \pm 37,7$ мс у тхеквондисток та $1005 \pm 47,8$ мс у важкоатлеток) в порівнянні з жінками контрольної групи ($809 \pm 34,6$ мс, $p < 0,05$). При дослідженні регулюючої дії на серцево-судинну систему з боку центральної ланки встановлено зниження впливу як гуморальної (за вегетативним показником ритму, який складав $2,2 \pm 0,2$ $1/c^2$ у тхеквондисток та $2,9 \pm 0,4$ $1/c^2$ у важкоатлеток), так і підкоркової регуляції (за показником адекватності процесів регуляції (ПАПР) – $34,8 \pm 2,7$ %/с у тхеквондисток та $38,8 \pm 4,0$ %/с у важкоатлеток) у спортсменок у порівнянні з неспортсменками ($4,8 \pm 0,4$ $1/c^2$ та $60,3 \pm 4,1$ %/с відповідно, $p < 0,05$).

Спектральний аналіз BCP вказав на збільшення показників парасимпатичного (HF, HFn) та зменшення показників симпатичного впливу (LF, LFn) спортсменок у порівнянні з неспортсменками ($p < 0,05$), що демонструє таблиця 1.

Таблиця 1

**Порівняння спектральних показників
варіабельності серцевого ритму
спортсменок та жінок контрольної групи
(M±m)**

Показник	Контрольна група, n=28	Важкоатлетки, n=18	Тхеквондистки, n=33
TP, мс ²	3568±144	3787±266	5839±162*
LF, мс ²	430±36,8	392±28,8*	418±54,9
LFn, %	51,4±4,0	46,6±6,7	43,8±4,6*
HF, мс ²	420±44,1	485±33,8*	584±43,6*
HFn, %	47,6±4,0	52,4±6,7	54,1±4,6
LF/HF	1,47±0,2	1,6±0,4	1,5±0,3

Примітка: * - p<0,05

При цьому у 63,6% тхеквондисток зареєстрована перевага тону парасимпатичної нервової системи (ПНС), що спостерігалось частіше, ніж у контрольній групі, де збільшення тону ПНС відмічалась у 48,1% випадків (p<0,05), що свідчить про економізацію серцевої діяльності у спортсменок.

Про більші функціональні можливості та адаптаційні резерви серця у спортсменок говорить менша величина у них інтегрального показнику напруженості регуляторних систем, яка була на рівні 36,4±4,8 %/с² у тхеквондисток та 53,5±10,2 %/с² у важкоатлеток у порівнянні з контрольною групою – 118±14,5 %/с², p<0,05.

Детальний аналіз змін показників ВСР з ростом спортивної кваліфікації вказав на статистично значуще (p<0,05) зростання у більш досвідчених спортсменок показників автономізації та парасимпатичної регуляції серцево-судинної діяльності (RMSSD, рNN50, Мо, HF), зниження величини показників центрального контуру регуляції та симпатичного впливу (АМо, ПАПР, LF) та зниження інтегрального показника симпатико-парасимпатичного впливу (LF\HF), про що свідчить таблиця 2.

Спектральний аналіз ритму серця жінок контрольної групи також вказав на зміну співвідношення високочастотних та низькочастотних хвиль спектру, що також говорить про зростання ролі ПНС у регуляції серцево-судинної системи у спортсменок з ростом кваліфікації (p<0,05). Так, тхеквондистки першого розряду мали HFn на рівні 44% та LFn – 56%, КМС – 58% та 42%, МС – 84% та 16% відповідно; важкоатлетки ж першого розряду мали HFn на рівні 47% та LFn – 53%, КМС – 49,8% та 50,2%, МС – 70,8% та 29,2% відповідно. Збільшення ролі ПНС та автономного контуру регуляції діяльності серцево-судинної системи спортсменок, на нашу думку, зумовлено впливом систематичних занять обраним видом спорту та може свідчити про довготривалу адаптацію організму жінок до фізичних навантажень. Про це також свідчить аналогічна статистично значуща (p<0,05) динаміка обраних показників ВСР з ростом загального стажу занять.

Таблиця 2

Динаміка показників ВСР із ростом спортивної кваліфікації (M±m)

Показник	Важкоатлетки, n=18			Тхеквондистки, n=33		
	1 розряд	КМС**	МС**	1 розряд	КМС	МС
RMSSD, мс	67,8± 8,9*	68,8± 20,2	109,8± 21,5	85,1± 14,5*	128,2± 12,3	108,2± 15,2
рNN50, мс	42,0±5,8*	39,2±10,3	64,8±8,8	49,6±4,6*	68,0±4,4	65,2±6,8
Мо, мс	992,3±38,7*	949,6±43,3	1100,8±44,3	1063,3± 54,9	1098,7± 69,5	1026,2± 80,1
ПАПР, %/с	41,4±4,7*	40,9±4,9	31,1±3,6	38,7±3,3*	31,6±4,2	26,9±2,2
АМо, %	18,5±11,0	7,9±1,1	16,6±11,0	27,5±8,9*	15,3±6,3	5,7±0,3
LF, мс ²	407,8±38,9*	419,2± 43,7	326,1± 27,7	504,4± 83,9*	375,2 ±83,7	201,1 ±27,7
HF, мс ²	360,9±59,4*	277,2±34,3	991,2±105,1	490± 85,1*	518,3± 74,2	1052,3± 286,1
LF/HF	1,9±0,4*	1,6±0,6	0,9±0,2	1,9±0,4*	1,3±0,5	0,2±0,04

Примітки: * - p<0,05; ** - КМС – кандидати в майстри спорту, МС – майстри спорту

Дослідивши динаміку ВСР у групах спортсменок з різним тижневим тренувальним навантаженням, ми дійшли висновку про централізацію регуляції та збільшення впливу симпатичної нервової системи (СНС) на діяльність серцево-судинної системи зі зростанням тренувань

більш як десять годин на тиждень. Так, SDNN, LF та LF\HF тхеквондисток зростали до 191±58,7 мс, 578±50,5 мс² та 1,91±0,4 при навантаженні більше десяти годин у порівнянні з 71,8±15,9 мс, 348±52 мс² та 1,2±0,2 відповідно в групі з тренувальним навантаженням менше десяти годин.

дин на тиждень ($p < 0,05$). У важкоатлеток зросли АМо з $7,1 \pm 0,5\%$ до $29,3 \pm 11,9\%$, LF – з $281,1 \pm 46,1$ мс² до $595,0 \pm 86,3$ мс² та показник симпатико-парасимпатичного співвідношення (LF\HF), який також зростав з $1,1 \pm 0,3$ до $2,5 \pm 0,7$ ($p < 0,05$). Вищезазначені факти свідчать про зростання показників дезадаптації при збільшенні тижневого тренувального навантаження більше десяти годин.

При аналізі динаміки показників ВСР у відповідь на дозоване фізичне навантаження основними статистично значущими ($p < 0,05$) змінами були: зниження ролі автономного контуру регуляції та ПСНС за показниками Mean, RMSSD, рNN50, HF, LF\HF; зниження ролі синусового вузла в регуляції серцевої діяльності за показником Мо; активацію СНС за показниками TP, VLF, LF, LF\HF. Особливу увагу викликає збільшення індексу напруження регуляторних систем (ІНРС) з $36,4 \pm 4,8$ %/с² до $108 \pm 23,2\%$ у тхеквондисток та з $53,5 \pm 10,2$ %/с² до $131,7 \pm 28,6\%$ у важкоатлеток, що вказує на напруження процесів адаптації регуляторних систем. Це дає змогу використовувати ці показники як маркери термінових адаптаційних змін організму у відповідь на фізичне навантаження. Наявність статистично значущого ($p < 0,05$) сильного кореляційного зв'язку ($R > 0,6$) між показниками RMSSD, рNN50, Мо, АМо, ПАПР та ІНРС дає змогу застосовувати їх для діагностики ранніх ознак гострого фізичного перенапруження регулюючих серцеву діяльність систем.

Великий інтерес викликало дослідження показників довготривалої та термінової адаптації серцево-судинної системи в динаміці оваріально-менструального циклу (ОМЦ) спортсменок. Досліджуючи показники ЕКГ тхеквондисток в обраних для аналізу фазах ОМЦ, ми отримали статистичне ($p < 0,05$) зменшення інтервалу RR з 984 ± 25 мс у постменструальній фазі до $932 \pm 23,6$ мс у постовуляторній, при цьому тривалість комплексу QRS збільшувалась з $91,5 \pm 1,4$ мс до $94,6 \pm 1,8$ мс, а тривалість сегментів PQ та ST зменшувалась з $158 \pm 3,2$ мс до $145 \pm 2,1$ мс та з $144 \pm 7,3$ мс до $121 \pm 3,7$ мс відповідно. При дослідженні показників ЕКГ важкоатлеток у різних фазах ОМЦ було встановлено статистичне ($p < 0,05$) зменшення інтервалу RR з $975,4 \pm 30,7$ мс у постменструальній фазі до $933,2 \pm 20,1$ мс у постовуляторній, що відбувалось за рахунок зменшення тривалості ST з $142,4 \pm 5,2$ мс до $123,7 \pm 3,1$ мс відповідно.

Зміни сегменту PQ тхеквондисток пояснюються зменшенням впливу ПСНС в другу поло-

вину ОМЦ. Так, HF і рNN50 статистично ($p < 0,05$) зменшувалися у постовуляторну фазу. Також у другій половині циклу відмічалось збільшення ПАПР, що вказує на централізацію процесів регуляції. При цьому зростав і показник ІНРС, що говорить про більшу напругу процесів регуляції в цій фазі ОМЦ. Зменшення інтервалу RR важкоатлеток, що відображує збільшення частоти серцевих скорочень у другу половину ОМЦ, говорить про збільшення впливу СНС у цей період. Доказом цього є статистичне ($p < 0,05$) збільшення АМо з $14,9 \pm 4,6$ % у постменструальній фазі до $15,9 \pm 3,9$ % у постовуляторній. Також у другій половині циклу відмічалось збільшення ПАПР з $38,8 \pm 4,0$ %/с до $43,9 \pm 2,8$ %/с, що також вказує на централізацію процесів регуляції.

Досліджуючи показники термінової адаптації тхеквондисток у динаміці ОМЦ, ми встановили зменшення RMSSD з $44,3 \pm 6,9$ мс у постменструальній фазі до $32,2 \pm 4,8$ мс у постовуляторній, рNN50 – з $16,8 \pm 3,9$ мс до $8,0 \pm 2,1$ мс, Мо – з 697 ± 26 мс до $657 \pm 17,8$ мс, HF з $326 \pm 80,7$ мс² до $176 \pm 4,6$ мс² та зростання LF\HF з $3,2 \pm 0,3$ до $3,9 \pm 0,2$ відповідно, що загалом вказує на зниження активності ПСНС у другій половині ОМЦ. При цьому ПАПР статистично зростає у відповідних фазах з $57,1 \pm 5,7$ %/с до $66,3 \pm 4,3$ %/с, що говорить про більшу роль центральної ланки регуляції у постовуляторній фазі ОМЦ. При ретельному дослідженні показників термінової адаптації важкоатлеток у динаміці ОМЦ було встановлено зменшення рNN50 з $17,4 \pm 3,7$ мс у постменструальній фазі до $8,7 \pm 2,8$ мс у постовуляторній, Мо – з $720,7 \pm 30,2$ мс до $677,2 \pm 21,6$ мс, HFn з $40,2 \pm 6,8$ % до $20,4 \pm 0,6$ % та зростання LF\HF з $2,6 \pm 0,4$ до $3,8 \pm 0,1$ відповідно, що загалом вказує на зниження активності ПСНС у другій половині ОМЦ. Натомість показники впливу СНС зростали у другій половині циклу: LF – з $486,6 \pm 58,2$ мс² до $674,2 \pm 28,7$ мс², LFn – з $58,8 \pm 6,8$ % до $78,6 \pm 0,6$ %. При цьому SDNN статистично зростав у відповідних фазах з $77,6 \pm 15,9$ мс до $111,4 \pm 12,4$ мс, що говорить про більшу роль центральної ланки регуляції в постовуляторній фазі ОМЦ.

ВИСНОВКИ

1. Ознаками довготривалої адаптації спортсменок до швидко-силових навантажень за даними ЕКГ та ВСР є брадикардія за рахунок збільшення тривалості сегменту PQ, що пов'язано зі зміною впливу регулюючих серцеву діяльність систем: більшим впливом периферичного контуру регуляції (синусового вузла), а також збільшенням активності парасимпатичної

частини вегетативної нервової системи при зниженні впливу як гуморальної, так і підкоркової регуляції та, як наслідок, симпатичної активності. Це говорить про більші функціональні можливості та адаптаційні резерви серця у спортсменок, на що також вказує менша величина у них інтегрального показника напруженості регуляторних систем у порівнянні з контрольною групою ($p < 0,05$).

2. До ознак термінової адаптації до швидко-кісно-силових навантажень за даними ВСР належать: зниження ролі автономного контуру регуляції та ПСНС за показниками Mean, RMSSD, рNN50, HF, LF\HF; зниження ролі синусового вузла в регуляції серцевої діяльності за показникам Мо; активація СНС за показниками TP, VLF, LF, LF\HF. Особливу увагу викликає збільшення індексу напруження регуляторних систем

(ІНРС), що вказує на напруження процесів адаптації регуляторних систем. Це дає змогу використовувати ці показники як маркери термінових адаптаційних змін організму у відповідь на фізичне навантаження. Наявність статистично значущого ($p < 0,05$) сильного кореляційного зв'язку ($R > 0,6$) між показниками RMSSD, рNN50, Мо, АМо, ПАПР та ІНРС дає змогу застосовувати їх для діагностики ранніх ознак гострого фізичного перенапруження регулюючих серцеву діяльність систем.

3. Дослідження показників ЕКГ та ВСР у динаміці ОМЦ вказало на збільшення ролі СНС, центрального контуру регуляції та зменшення впливу ПСНС та синусового вузла в регуляції серцево-судинної діяльності у поствуляторній фазі в порівнянні з постменструальною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов С. В. Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи юних спортсменок, які займаються циклічними видами спорту / С.В. Абрамов, А.С. Почепня, А.І. Послайко // Медичні перспективи. – 2001. – Т. VI, № 1. – С. 110-114.

2. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Баевский Р.М., Иванов Г.Г. – М.: Москва, 2000. – 60 с.

3. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / Белоцерковский З. Б. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.

4. Бобров В.О. Дослідження варіабельності серцевого ритму у кардіологічній практиці: [метод. рекомендації] / Бобров В. О., Чубучний В. М., Дзяк В. Г. – К., 1999. – 24 с.

5. Бойчук Т.В. Стан провідної системи серця у спортсменів / Т.В. Бойчук, О.М. Лібрик, М.Г. Голубева // Спортивна медицина. – 2006. – № 1. – С. 10-12.

6. Коваленко С.О. Індивідуальні особливості хвильової структури серцевого ритму при дозованому фізичному навантаженні / С.О. Коваленко // Спортивна медицина. – 2006. – № 1. – С. 3-9.

7. Ландырь А.П. Особенности адаптации миокарда к нагрузке у детей, занимающихся спортом, по

данным ЭКГ нагрузочного теста / А. П. Ландырь // Спортивная медицина. – 2006. – №2. – С. 15-18.

8. Перхуров А.М. Принципы построения функционально-диагностического исследования спортсменов, имеющего донозологическую направленность (Методическое пособие для врачей кабинетов функциональной диагностики и врачей по спорту) / Перхуров А.М. – М.: ИД «Медпрактика-М», 2007. – 76с.

9. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / Халафян А.А. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

10. Шевченко И.Н. Диагностика и коррекция вегетативного дисбаланса у спортсменок сложнокоординационных видов спорта / И.Н. Шевченко // Запорожский медицинский журнал. – 2008. – Т. 50, № 5. – С. 103-105.

11. Andre E. Heart rate variability in athletes / E. Andre, B. Seps, F. Beckers // Sport. Med. – 2003. – Vol. 33, N 12. – P. 889-919.

12. Earnest C. P. Relation between physical exertion and heart variability characteristics in professional cyclists during Tour Spain / C. P. Earnest, R. Jurca, T. S. Church // Sport. Med. – 2004. – Vol. 38. – P. 568-575.

13. Mourot L. Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the Pioncare plot analyses / L. Mourot, M. Bouhaddi, S. Perrey // Clin. Physiol. Funct. Imag. – 2004. – Vol. 24, N 1. – P. 10-18.