

УДК 796.011.3:612.172-057.875 (045)

Приймак С. Г.

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ СТУДЕНТІВ, ЩО ЗАЙМАЮТЬСЯ В ГРУПАХ СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ

Вивчення функціонального стану серцево-судинної системи студентів, що займаються в групах спортивно-педагогічного удосконалення з різних видів спорту, дозволило відокремити як загальні так і окремі відмінності регуляції серцево-судинної системи, обумовленого впливом пара-, симпатичної нервової систем. При цьому, у студентів розглядаємих груп існує чітка вираженість спектрів у всіх трьох діапазонах частот, притаманна для здорових молодих людей. Відмінність ознак пояснюється з точки зору тривалості, інтенсивності та, в цілому, об'ємом фізичних навантажень, що домінують в тому або іншому виді спортивної діяльності з точки зору її енергетичного забезпечення.

Ключові слова: студенти, варіабельність серцевого ритму, біатлон, бокс, волейбол.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Функціональний стан кардіореспіраторної системи, як детермінанти, що відображає готовність організму здійснювати професійну діяльність обумовлює відмінності, що залежать від специфіки цієї діяльності і відображають характер спортивно-педагогічного удосконалення.

Всі види спортивно-педагогічної діяльності відрізняються характером енергозабезпечення та вимагають досить високої реалізації потенціалу киснево-транспортної системи, яка забезпечується оптимальним функціонуванням серцево-судинної та респіраторної систем. Ці дві системи є маркерами, що відображають характер впливу фізичних навантажень на організм людини і є, певним чином, виконавчим механізмом, що забезпечує термінову та довготривалу адаптацію до специфічних видів діяльності. При цьому, різновиди діяльності реалізуються за рахунок специфічних морфофункціональних структур/систем або неоднакової дольової участі цих структур/систем у її здійсненні.

Виходячі з даної концепції всі види спортивно-педагогічної діяльності мають як загальні, так і окремі механізми регуляції на рівні цілого організму як складової адаптації, яка забезпечує оптимальне пристосування організму в умовах постійних змін середовища у відповідності з її метою та завданнями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При оцінці функціонального стану організму людини найбільш актуальним є аналіз варіабельності ритму серця (ВРС), у зв'язку зі своєю простотою, неінвазивністю і інформативністю методом дослідження вегетативної нервової системи [1; 5; 6], оскільки є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи і організму в цілому [1; 3; 4]. Зрушення показників ВРС в той або інший діапазон є передумовою гемодинамічних, метаболічних, енергетичних порушень і відображає характер діяльності індивідууму [1; 2]. Фізіологічні показники, що відображають стан механізмів вегетативної регуляції серцевої діяльності, можуть використовуватися в якості надійних критеріїв оцінки поточного функціонального стану і фізичної підготовленості індивідуумів, що активно займаються фізичною культурою та спортом [5, 6]. Для адекватного аналізу ВРС фахівцю з фізичного виховання та спорту необхідно знати особливості діапазону гомеокінезу в залежності від характеру діяльності та її енергетичного забезпечення, обумовленого чинниками зовнішнього та внутрішнього середовища [1; 6].

У зв'язку з цим, **метою** даного дослідження було вивчення функціонального стану серцево-судинної системи студентів, що спеціалізуються у біатлоні, боксі та волейболі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведені упродовж грудня 2010 р. – березня 2013 р. на базі лабораторії психофізіології м'язової діяльності Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка: «Дидактичні основи формування рухової функції осіб, які займаються фізичним вихованням і спортом» (№ 0108U000854 від 19 лютого 2008 року); та тем: «Методичні засади професійної підготовки майбутніх вчителів фізичного виховання до формування здорового способу життя сучасної молоді» (№ 0110U000020 від 29 січня 2010 року); у відповідності до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2011–2015 рр. Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за напрямом наукових досліджень – II. «Методологічні та організаційно-методичні основи раціональної підготовки спортсменів».

Матеріали та методи дослідження. В дослідженнях брали участь студенти чоловічої статі у віці 17 – 23 роки, які відвідують групи спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону, боксу, волейболу. Всього обстежено 89 осіб, з яких – 38 студенти масових спортивних розрядів (I-III розряди),

46 кандидатів у майстри спорту України і майстрів спорту України, 5 Заслужених майстрів спорту України, майстрів спорту Міжнародного класу України.

Особливості вегетативної регуляції серцевого ритму вивчали на підставі аналізу показників ВРС 5-7 хвилинних фрагментів фотоплетизмограми за допомогою монітору серцевого ритму Polar RS300 (Polar Electro, Finland). Аналіз даних здійснювався за допомогою програмного забезпечення Kubios HRV 2.1 (Kuopio, Finland). Артефакти і екстрасистоли видалялися з електронного запису ручним методом. Аналізувались наступні показники ВРС: RRNN (середня тривалість нормальних інтервалів R-R), SDNN (стандартне відхилення величин NN-інтервалів), RMSSD (корінь квадратний середніх квадратів різниці між суміжними R-R- інтервалами), pNN₅₀ (відсоток інтервалів суміжних NN, що відрізняються більш, ніж на 50 мс).

Серед показників спектрального (частотного) аналізу оцінювалися загальна потужність спектра (Total Power, TP), потужність височастотного (High Frequency, HF), низькочастотного (Low Frequency, LF) і зверхнизькочастотного (Very Low Frequency, VLF) компонентів, внесок зазначених компонентів в загальну потужність спектру у %, а також потужність HF і LF хвиль в нормалізованих одиницях.

Використовувалися наступні показники кардіоінтервалографії (КІГ): Мо (мода – найбільш часто зустрічаються значення RR-інтервалу), АМо (амплітуда моди – відсоток кардіоінтервалів R-R, відповідний значенням моди); ΔX (варіаційний розмах – різниця між тривалістю найбільшого і найменшого RR-інтервалу). Для визначення централізації регуляції серцевого ритму на основі даних показників розраховувався індекс напруги (за Р. М. Баевским) [1]: ІН – індекс напруги регуляторних систем (ІН = АМо / 2×ΔX×Мо).

Статистичну обробку фактичного матеріалу здійснювали за допомогою програми Microsoft Office Excel [2]. Для кількісних вимірів розраховувалися такі статистичні характеристики, як середнє арифметичне (М), стандартна помилка вибіркового середнього (m). З урахуванням наближення вибірок до закону нормального розподілу для оцінки достовірності відмінностей у рівні прояву ознаки використовували t- критерій Ст'юдента для незалежних вибірок та U-критерій Манна-Уїтні (рівень статистичної значущості $\alpha = 0,05$).

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчаючи функціональний стан серцево-судинної системи студентів, що займаються в групах СПУ з різних видів спорту, нами були відокремлені як загальні так і окремі відмінності регуляції серцево-судинної системи, обумовленого впливом ПСНС/СНС (табл. 1).

Таблиця 1

**Варіабельність серцевого ритму у студентів різних груп
спортивно-педагогічного удосконалення**

Метод аналізу	Показник	Біатлон (М±m)	Бокс (М±m)	Волейбол (М±m)
Часові параметри	SDNN, мс	116,03±37,87	83,55±21,52	64,89±18,53
	RMSSD, мс	108,69±44,86	65,56±21,92	48,59±10,91
	HRV triangular index, ум. од.	8,31±2,21	6,86±2,16	5,59±1,73
	TINN, мс	207,94±83,95	243,80±74,17	223,10±55,76
Спектральний аналіз	Total, мс ²	13436,75±9152,64	6740,00±3766,99	4094,00±2142,12
	VLF, %	35,49±11,92	38,56±10,79	35,63±11,39
	LF, %	28,93±11,049	34,92±11,23	40,21±9,25
	HF, %	35,58±10,21	26,52±11,45	24,15±8,72
Варіаційна пульсометрія	М, с	1,04±0,16	0,95±0,12	0,9293±0,09
	АМо, %	14,41±3,38	18,57±6,93	20,37±6,86
	ΔX, с	0,58±0,24	0,39±0,09	0,3294±0,086
	Індекс напруги, ум. од.	18,47±12,31	33,64±22,26	44,00±27,21

Характерним є те, що для студентів всіх груп притаманний вегетативний тип регуляції серцевого ритму (вплив парасимпатичної нервової системи) з коливанням в межах 14,41-20,37%. Найменша ступінь напруги спостерігається у біатлоністів (14,41%), максимальні значення – у боксерів (18,57%) та волейболістів (20,37%). При цьому, варіаційний розмах (ΔX), який характеризує ступінь централізації управління діяльністю серця значно відрізняється у біатлоністів ($0,58 \pm 0,24$ с) на відміну від боксерів ($0,39 \pm 0,09$ с) та волейболістів ($0,32 \pm 0,09$ с) та вказує на вищий рівень симпатичної регуляції серцевої діяльності у боксерів та волейболістів. Подібне ствердження підтверджує індекс напруги (за Р.М. Баєвським), який у біатлоністів знаходиться в межах $18,47 \pm 12,32$ ум. од., на відміну від боксерів та волейболістів, у яких дана ознака становить $33,62 \pm 22,21$ ум. од. та $44,29 \pm 27,53$ ум. од. відповідно. Діапазон значень у студентів всіх спеціалізацій знаходиться в межах вегетативної рівноваги, при підвищеному впливі на серцеву діяльність симпатичної складової у боксерів та волейболістів.

Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму підтверджує вищевказані тенденції регуляції серцевої діяльності в залежності від спеціалізації, а саме: показники, що характеризують часові параметри серцевого ритму вказують на значну відмінність даної ознаки у біатлоністів порівнянні з боксерами та волейболістами, що знаходяться в межах 17,26-55,30%. При цьому, вираженість парасимпатичної регуляції серцевого ритму, більшою мірою, притаманна студентам-біатлоністам на що вказують показники SDNN, RMSSD, HRV triangular index, TiNN, значення яких відрізняються від аналогічних у боксерів та волейболістів (табл. 1). Так, у студентів розглядаємих груп СПУ існує чітка вираженість спектрів серцевого ритму у всіх трьох діапазонах частот, притаманна для здорових молодих людей, загальна потужність спектру (Total, ms^2) коливається в межах 4093,85-13436,75 ms^2 . Характерним для біатлоністів є домінування високочастотного (HF), на відміну від боксерів та волейболістів, що, у поєднанні з високими значеннями загальної потужності спектру вказує на парасимпатичну складову регуляції ритму серця у біатлоністів та симпатичну – у боксерів та волейболістів.

Дана анатомо-фізіологічна закономірність регуляторного впливу на серцево-судинну діяльність пояснює характер домінуючого впливу пара-, симпатичної вегетативної нервової системи, який, у зв'язку з циклічністю виконання вправ у біатлоні сприяють закріпленню рефлексів ритмічного дихання на фоні відносного низького кисневого боргу при аеробному енергозабезпеченні самої діяльності. Подібний характер вправ сприяє зниженню ЧСС до брадикардичних значень, що, у свою чергу підвищує загальну потужність спектру (Total, ms^2) за рахунок високохвильової компоненти (HF, ms^2) що і підтверджують результати наших досліджень. Доказом даних припущень є баланс гуморальних та нервових вегетативних, симпатичних і парасимпатичних ланок, які оцінюються за співвідношенням енергетичних потужностей відповідних діапазонів. Так, у біатлоністів баланс високохвильової та зверхнизохвильової компоненти ВСР, що відображають парасимпатичні і нервово-гуморальні ланки відповідно, впливають на серцеву діяльність в рівній мірі – 35,58%/35,49%, тоді як у студентів інших груп СПУ дане співвідношення схиляється до низько- і зверхнизохвильових складових спектру, а саме: у боксерів співвідношення спектральних потужностей (HF/LF/VLF, %) становить 26,52/34,56/38,56%, у волейболістів дана пропорційність ще більша – 24,15/40,21/35,63%.

Висновки

1. Для студентів всіх груп притаманний вегетативний тип регуляції серцевого ритму (вплив парасимпатичної нервової системи), при цьому, варіаційний розмах, який характеризує ступінь централізації управління діяльністю серця значно відрізняється у біатлоністів на відміну від боксерів та волейболістів та вказує на вищий рівень симпатичної регуляції серцевої діяльності у боксерів та волейболістів.

2. Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму вказує на наявність у студентів розглядаємих груп чіткої вираженості спектрів серцевого ритму у всіх трьох діапазонах частот, притаманна для здорових молодих людей, загальна потужність спектру. Характерним для біатлоністів є домінування високочастотного діапазону (HF), на відміну від боксерів та волейболістів, що, у поєднанні з високими значеннями загальної потужності спектру вказує на парасимпатичну складову регуляції ритму серця у біатлоністів та симпатичну – у боксерів та волейболістів.

3. Баланс гуморальних та нервових вегетативних, симпатичних і парасимпатичних ланок, які оцінюються за співвідношенням енергетичних потужностей відповідних діапазонів, у біатлоністів впливають на серцеву діяльність в рівній мірі, тоді як у студентів інших груп СПУ дане співвідношення схиляється до низько- і зверхнизохвильових складових спектру.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямі спрямовані на визначення рівня інформативності параметрів серцевого ритму студентів, що відвідують групи спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону, боксу та волейболу у відповідності до успішності реалізації професійної діяльності.

Використані джерела

1. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Вестник аритмологии. – М., 2001. – № 24. – С. 65-86.
2. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel / А.А. Минько. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.
3. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново : Ивановская гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
4. Рябыкина Г.В. Variability ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М. : Оверлей, 2001. – 200 с.
5. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes / D.J. Berkoff [et al.] // J. Strength Cond. Res. 2007. Vol. 21, – № 1. – P. 227-231.
7. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system / J. Sztajzel // Swiss Med System. 2004. Vol. 134. – P. 514-522.

Priymak S.

**SPECTRAL ANALYSIS OF THE HEART RATE VARIABILITY
OF STUDENTS ENGAGED
IN THE GROUP OF SPORTING PEDAGOGICAL IMPROVEMENT**

The study of the functional state of the cardiovascular system of students involved in the groups of Sporting pedagogical improvement in different sports allowed to separate the common and individual differences in the regulation of the cardiovascular system, due to the influence of PSNS / SNA. It is characteristic that the students of all groups have the vegetative regulation type of heart rate fluctuations within 14,41-20,37%. The lowest degree of tension observed in Biathlon sportsmen, maximum value is in boxers and volleyball players. Thus, the scope of variation (ΔX) is significantly different in Biathlon sportsmen unlike boxers and volleyball players and indicates a higher level of sympathetic regulation of cardiac activity in boxers and volleyball players. This statement confirms tension index (for R. M. Bayevsky), which is within biathletes $18,47 \pm 12,32$ mind units., unlike boxers and volleyball players, in which this feature is $33,62 \pm 22,21$ mind units and $44,29 \pm 27,53$ mind units relatively. The range of values in students of all majors is within the autonomic balance, with increased influence on heart activity of the sympathetic component in boxers and volleyball players.

Spectral analysis of heart rate variability confirms the above trend of regulation of cardiac activity, namely indicators characterizing the timing of heart rate indicate significant difference of this trait in Biathlon sportsmen compared to boxers and volleyball players, which are within 17,26-55,30%. Severity of parasympathetic regulation of the heart rhythm is more inherent to the students biathletes which is indicated by parameters SDNN, RMSSD, HRV triangular index, TiNN, whose values are different from those in boxers and volleyball players.

Thus, in the students of the studied sporting pedagogical groups there is a clear expression of the spectra of heart rate in all three frequency bands characteristic for healthy young people. Biathlon sportsmen are characterized by dominance of high-frequency (HF), which, combined with high values of total power spectrum indicates parasympathetic component in the regulation of heart rate in biathlon sportsmen and sympathetic in boxers and volleyball players. This fact can be explained in terms of duration, intensity and, in general, the amount of physical activity that dominate in a particular type of sports activity in terms of energy security of the activity.

Key words: students, heart rate variability, biathlon, boxing, volleyball.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2017 р.