УДК 612.13+796

НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ СИНДРОМАХ ХРОНИЧЕСКОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ

И.А. Кузнецова
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия

Ключевые слова: физическое перенапряжение, сердечно-сосудистая система, нейрогуморальная регуляция, электрокардиография.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования нейрогуморальной регуляции сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта, имеющих различные ЭКГ синдромы хронического физического перенапряжения. Выявлено, что в состоянии покоя у спортсменов с нарушением процессов реполяризации нейрогуморальная регуляция сердечного ритма характеризуется высоким уровнем церебральных эрготропных, гуморальных и симпатических влияний в модуляции сердечного ритма при сниженном уровне парасимпатических влияний. При нарушении процессов автоматизма и проводимости отмечается чрезмерное влияние парасимпатической нервной системы при снижении симпатических и гуморальных влияний.

NEUROHUMORAL REGULATION HEART RATE IN VARIOUS ELECTROCARDIOGRAPHIC SYNDROMES OF CHRONIC PHYSICAL SURGE IN ATHLETES

I.A. Kuznetsova
FSBEI HE «Siberian State University of Physical Culture and Sports», Omsk, Russia

Key words: physical strain, cardiovascular system, neurohormonal regulation, electrocardiography.

Annotation. The article presents the results of a study of neurohumoral regulation of heart rate in athletes of cyclic types of sport with different ECG syndromes of chronic physical stress. It is revealed that at rest, the athletes with the violation of repolarization on ECG have a high level of cerebral ergotropic, humoral and sympathetic influences in the modulation of cardiac rhythm and low levels of parasympathetic effects. In athletes with disorders of the processes of automatism and conductivity on ECG were observed regarding the influence of the parasympathetic nervous system by reducing sympathetic and humoral influences.

Key words: physical strain, cardiovascular system, neurohormonal regulation, electrocardiography.

Введение. Сохранение здоровья спортсмена в условиях чрезмерных нагрузок является одной из основных задач спортивной медицины. В условиях напряженной мышечной деятельности при несоответствии нагрузок функциональному состоянию организма спортсмена может возникать целый ряд острых и хронических патологических состояний, среди которых преобладает физическое перенапряжение сердечно-сосудистой системы [3, 4, 6]. Под термином хроническое физическое перенапряжение сердечно-сосудистой системы «heart strain» понимают различные клинические синдромы. Наиболее часто у спортсменов диагностируются электрокардиографические синдромы хронического физического перенапряжения [1,5,6]. Однако в настоящее время недостаточно изученным остается механизм возникновения нарушений биоэлектрической активности миокарда при чрезмерных физических нагрузках, что затрудняет выбор и направленность восстановительных мероприятий.

Цель исследования: выявить особенности нейрогуморальной регуляции сердечного ритма при различных электрокардиографических синдромах хронического физического перенапряжения у спортсменов.

Задачи исследования:

1. Исследовать вегетативную регуляцию сердечного ритма у спортсменов в состоянии покоя при различных электрокардиографических синдромах хронического физического перенапряжения.
2. Изучить вегетативное обеспечение физической нагрузок у спортсменов при различных электрокардиографических синдромах хронического физического перенапряжения.

Методы и организация исследования. Для исследования биоэлектрической активности миокарда и вегетативной регуляции

сердечного ритма проводилась электрокардиография в 12 общепринятых отведениях. Запись электрокардиограммы осуществлялась с помощью программно - аппаратного комплекса «Поли спектр – 12» в течение 5 минут в положении лежа, как в условиях относительного покоя, так и после физической нагрузки, начиная с 3-й минуты восстановительного периода.

Изучение нейрогуморальной регуляции сердечного ритма проводилось с помощью спектрального анализа вариабельности сердечного ритма в покое и после физической нагрузки. Анализировались следующие параметры: TP – общая мощность спектра, отражающая суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм, VLF – мощность волн очень низкой частоты, характеризующая активность центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции; LF – мощность волн низкой частоты - активность симпатического центра ВНС; HF - мощность волн высокой частоты - активность парасимпатических центров продолговатого мозга [7]. Рассчитывались коэффициент вегетативного баланса LF / HF и относительная мощность волн различной частоты VLF%, LF%, HF%.

В качестве физической нагрузки использовался трехступенчатый возрастающий тест на велоэргометре: 1-я нагрузка при ЧСС 120-130 уд/мин, 2-я нагрузка в аэробной зоне мощности при ЧСС 150-170 уд/мин, 3-я нагрузка в анаэробно-аэробной зоне мощности при ЧСС 180 – 190 уд/мин. Первые 2 нагрузки выполнялись в течение 4 минут, 3-я нагрузка - в течение 3 мин.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программного пакета «Statistica 6.0». С целью выбора дальнейшей методики анализа проверялась нулевая гипотеза о соответствии полученных результатов исследования закону нормального распределения на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Было выявлено, что параметры исследования не подчиняются закону нормального распределения, поэтому их дальнейшая обработка проводилась методами непараметрической статистики. Сравнение переменных выполнялись при помощи U критерия Манна-Уитни для независимых выборок. Данные выборок представлены в виде медианы и интерквартильного размаха [Me (25%, 75% процентилей)].

На базе НИИ ДЭУ СибГУФК было обследовано 46 спортсменов 18-22 лет циклических видов спорта (легкая атлетика, велоспорт, лыжные гонки,

биатлон) высокой квалификации (1 разряд, КМС, МС), имеющие электрокардиографические признаки хронического физического перенапряжения миокарда.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования биоэлектрической активности миокарда в условиях относительного покоя было выявлено, что среди спортсменов, имеющих ЭКГ - синдромы хронического физического перенапряжения 26 человек (56%) имели различные нарушения процессов реполяризации, свидетельствующие о нарушении обмена веществ в сердечной мышце: снижение зуба Т менее 10% от R в левых грудных отведениях (V5-V6), двугорбый или двуфазный зубец Т в V1-V3, двуфазный или отрицательный зубец Т во II и III стандартных отведениях.

Данные изменения относятся к 1 и 2 стадиям дистрофии миокарда вследствие хронического физического перенапряжения, согласно классификации А.Г. Дембо в модификации Л.А. Бутченко [2, 6]. Эктопические нарушения ритма и миграция водителя ритма отмечались у 12 спортсменов (26%), суправентрикулярная и желудочковая экстрасистолия – у 3 спортсменов (8%), нарушение проводимости (атриовентрикулярная блокада 1 степени, синоаурикулярная блокада 2 степени по типу Самойлова-Венкебаха – у 3 спортсменов (10%).

Таким образом, у спортсменов среди ЭКГ проявлений хронического физического перенапряжения преобладал реполяризационный синдром и аритмический синдром в виде нарушения автоматизма и проводимости, что соответствует литературным данным [1,5]. В связи с этим исследование нейрогуморальной регуляции сердечного ритма проводилось именно в этих группах спортсменов.

Результаты спектрального анализа сердечного ритма в состоянии относительного покоя показали, что в обеих группах повышен уровень общей спектральной мощности, характеризующий суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм (табл.1).

Таблица 1

Вариабельность сердечного ритма при различных ЭКГ синдромах хронического физического перенапряжения у спортсменов в условиях относительного покоя, Me (25%, 75%)

Гр.	TP, мс^{2}Гц	VLF, мс^{2}Гц	LF, мс^{2}Гц	HF, мс^{2}Гц	LF/HF,усл.ед.
1	5879 (3978; 6776)	1509 (1234; 2345)	2914 (2289; 5632)	1456 (956; 2125)	2,0 (1,2; 3,1)
2	6947 (3231;9876)	555 (234; 1039)	1456 (1136; 1956)	5436 (3346; 7868)	0,27 (0,19; 0,36)
P	>0,05	<0,05	<0,05	<0,001	<0,001

Примечание: 1- реполяризационный синдром; 2 – аритмический синдром

При этом в 1-й группе спортсменов достоверно выше мощность очень низкой и низкой частоты и значительно ниже мощность волн высокой частоты. Коэффициент вегетативного баланса свидетельствует о некотором преобладании симпатических влияний на сердечный ритм у спортсменов с синдромом нарушения реполяризации миокарда. Во второй группе испытуемых выявлен достоверно более высокий уровень мощности волн высокой частоты (5436) и низкий коэффициент вегетативного баланса - 0,27 усл.ед. (при норме 0,7-1,5), что свидетельствует о преобладании влияния центров парасимпатической регуляции на деятельность сердца у спортсменов с аритмической формой хронического физического перенапряжения.

Исследования вегетативного обеспечения деятельности на основании анализа волновой структуры сердечного ритма после физической нагрузки показали, что в обеих группах происходит достоверное снижение общей мощности спектра за счет всех его составляющих (табл. 2,3).

Таблица 2

Вариабельность сердечного ритма при реполяризационном синдроме у спортсменов до и после физической нагрузки, Me (25%, 75%)

Этапы исследования	TP, мс^{2}Гц	VLF, мс^{2}Гц	LF, мс^{2}Гц	HF, мс^{2}Гц	LF/HF,усл.ед.
До нагрузки	5879 (3978; 6776)	1509 (1234; 2345)	2914 (2289; 5632)	1456 (956; 2125)	2,0 (1,2; 3,4)
После нагрузки	2104 (1754; 4043)	534 (324; 956)	1324 (936; 1986)	246 (145; 456)	5,3 (3,9; 8,1)
P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,001	<0,05

При этом в группе спортсменов с реполяризационным ЭКГ – синдромом хронического физического напряжения происходит достоверное повышение коэффициента вегетативного баланса, что свидетельствует об избыточной активации симпатоадреналовой системы, а у спортсменов с аритмическим синдромом хронического физического перенапряжения этот коэффициент практически не меняется.

Таблица 3

Вариабельность сердечного ритма при реполяризационном синдроме до и после физической нагрузки, Me (25%, 75%)

Этапы исследования	TP, мс^{2}Гц	VLF, мс^{2}Гц	LF, мс^{2}Гц	HF, мс^{2}Гц	LF/HF,усл.ед
До нагрузки	6947 (3231; 9876)	555 (234; 1039)	1456 (1136; 1956)	5436 (3346; 7868)	0,27 (0,19; 0,46)
После нагрузки	3206 (2231; 5876)	346 (134; 568)	643 (436; 945)	2217 (1846; 2868)	0,29 (0,20; 0,86)
P	>0,05	<0,05	<0,05	<0,001	>0,05

Анализ структуры мощности спектра показал, что в 1-й группе спортсменов после физической нагрузки происходит повышение относительных показателей мощности волн низкой и очень низкой частоты (VLF%, LF%), резкое снижение мощности волн высокой частоты (HF%), что свидетельствует о значительном повышении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы при реполяризационном синдроме (рис.1). Относительная мощность низкочастотных волн при аритмическом синдроме практически не меняется, незначительно снижается относительная мощность высокочастотных волн ($P>0,05$) и почти в 2 раза уменьшается уровень мощности очень высокочастотных волн ($P<0,05$), что свидетельствует о недостаточной активации механизмов гуморальной и симпатической регуляции деятельности сердечной мышцы, что может быть обусловлено переэкономизацией деятельности сердечно-сосудистой системы.

На наш взгляд, при начальных проявлениях хронического физического перенапряжения с нарушением процессов реполяризации следует изменять направленность тренировочного процесса в сторону уменьшение симпатоадреналовой активности, в частности, снизить интенсивность нагрузки, и увеличить долю нагрузки в аэробной зоне мощности. И, наоборот, при аритмическом синдроме, проявляющимся нарушением автоматизма и проводимости, спортсменам рекомендуется снизить объем и увеличить интенсивность тренировочной нагрузки для активации симпатического звена нейрогуморальной регуляции.

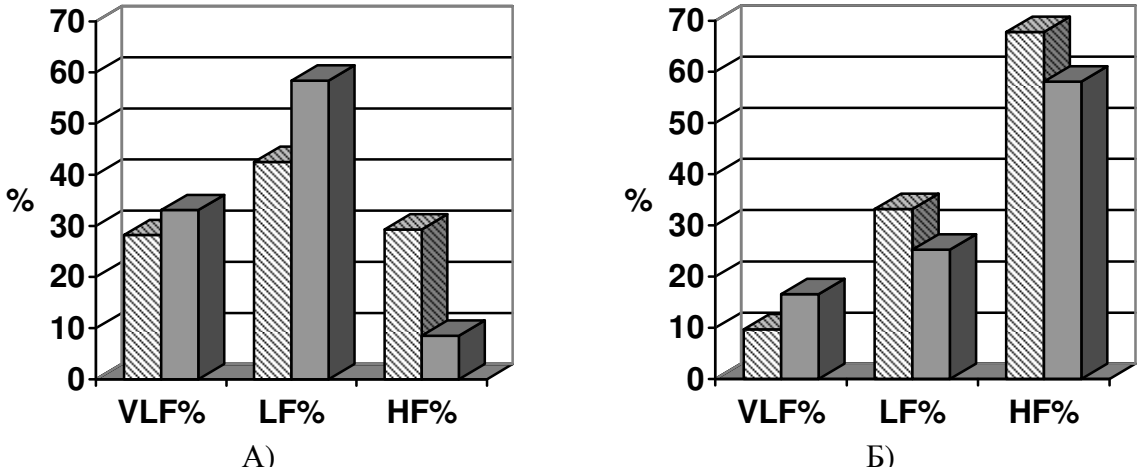


Рис.1. Относительная мощность спектра у спортсменом с реполяризационном синдромом (А) и аритмическим синдромом (Б): в условиях относительного покоя - ▨ и после физической нагрузки - ▭.

Заключение. Нейрогуморальная регуляция при нарушении процессов реполяризации на ЭКГ у спортсменов циклических видов спорта в условиях относительного покоя характеризуется высоким уровнем церебральных эрготропных, гуморальных и симпатических влияний в модуляции сердечного ритма при сниженном уровне парасимпатических влияний, а при нарушении процессов автоматизма и проводимости отмечается чрезмерное влияние парасимпатической нервной системы при снижении симпатических и гуморальных влияний.

Вегетативное обеспечение деятельности при реполяризационном ЭКГ синдроме характеризуется избыточной активизацией, а при аритмическом ЭКГ синдроме недостаточной активацией симпатической регуляции сердечного ритма.

Полученные данные можно использовать для дифференцированного подхода к выбору восстановительных мероприятий при хроническом физическом перенапряжении миокарда у спортсменов.

Список литературы

1. Агаджанян М.Г. Электрокардиографические проявления хронического физического перенапряжения у спортсменов / М.Г. Агаджанян // Физиология человека, 2005. - №6. – С.60-64.

2. Бутченко Л.А. Диагностика дистрофии миокарда у спортсменов / Л.А. Бутченко, С.С. Абрамова, Е.И. Кавера // Теория и практика физической культуры. – 1980. - №5. – С.24-26.

3. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины / А.Г. Дембо – М.: Физическая культура и спорт, 1980. -294 с.
4. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский – Спб: Гиппократ, 1995. – 447 с.
5. Иорданская И.Ф. Характер изменений электрокардиограммы и уровень электролитов крови в мониторинге текущего функционального состояния спортсменов / И.Ф. Иорданская, Н.К. Щелкова, О.Н. Ипатенко и др. //Вестник спортивной науки, 2005. - №1(6). – С.21-28.
6. Гаврилова Е.А. Стрессорная кардиомиопатия: монография / Е.А. Гаврилова - М.: Советский спорт, 2007.
7. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма сердца, опыт практического применения / В.М. Михайлов. - Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

References

1. Aghajanian M. G. Electrocardiographic manifestations of chronic physical stress in athletes / M. G. Aghajanian // human Physiology, 2005. - No. 6. – P. 60-64.
2. Butchenko L.A. Diagnosis of degeneration of the myocardium in athletes / L. A. Butchenko, S. S. Abramov, E. I. Cover // Theory and practice of physical culture. – 1980. - No. 5. – S. 24-26.
3. Dembo A. G. Actual problems of modern sports medicine / Dembo A. G. – M.: Physical culture and sport, 1980. - 294 p.
4. Zemtsovskiy E.V. Sports cardiology / EV zemtsovsky – SPb: Gippokrat, 1995. – 447 p.
5. Jordan I.F. The nature of the changes of electrocardiogram and electrolyte levels of blood in the monitoring of the current functional state of athletes / I. F. Jordan, N. To.Shchelkovo, O. N. Ipatenko et al. // Bulletin of sports science, 2005. - №1(6). – Pp. 21-28.
6. Gavrilova E.A. Stress-induced cardiomyopathy: monograph / E. A. Gavrilova, M.: Soviet sport, 2007.
7. Mikhailov V.M. The heart rate Variability of the heart, practical experience / V. M. Mikhaylov. - Ivanovo: Ivan. state med. Academy, 2002. – 290 p.

Сведения об авторах. Ирина Александровна Кузнецова – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», kia2510@yandex.ru.