

© И. А. ПОГОНЫШЕВА,¹
Д. А. ПОГОНЫШЕВ,¹ В. С. СОЛОВЬЕВ²

¹Нижневартровский государственный университет

²Тюменский государственный университет
d.pogonyshhev@mail.ru

УДК 612:796.01

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ПРИОБСКОГО СЕВЕРА

BIOELECTRIC ACTIVITY OF HEART OF ATHLETES IN THE CONDITIONS OF THE PRIOBSKY NORTH

Проведено исследование особенностей биоэлектрической активности сердца студентов, занимающихся спортом в условиях ХМАО-Югры. Углубленный автоматизированный анализ ЭКГ позволил установить закономерные сдвиги в электрической активности сердца, подтверждающие воздействие систематической тренировочной нагрузки на сердце спортсменов. У всех обследуемых регистрировался синусовый ритм. Физиологические сдвиги показателей системы кровообращения в ответ на нагрузку у спортсменов были менее выражены, по сравнению с их нетренированными сверстниками. Среди самых частых изменений, наблюдаемых нами на электрокардиограмме, была синусовая брадикардия, которая отмечалась у 60% спортсменов. У 5% студентов факультета физической культуры и спорта обнаружено нарушение функций возбудимости и автоматии (экстрасистолическая аритмия).

Спортсмены, по сравнению со студентами, имели более высокие зубцы Т, в среднем укладывающиеся в границы физиологической нормы. Изменения параметров биоэлектрической активности сердца спортсменов на Севере подтверждают закономерное воздействие систематической спортивной нагрузки на кровообращение и обусловлены экономизацией хронотропной функции сердца, его высокой функциональной способностью и повышением тонуса блуждающего нерва.

The article describes the study of bioelectrical activity of the heart among students engaged in sports in the climatic conditions of Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra. An in-depth automated analysis of electrocardiograms revealed regular changes in cardiac electrical activity, which is proved to be influenced by systematic physical training. Sinus rhythm was demonstrated in all subjects. Physiological changes in circulatory system among sportspeople were less evident compared to their less trained peers. ECG of 60 % of subjects demonstrated sinus bradycardia, a most frequently observed change. Dysfunction of affectivity and automaticity (extrasystolic arrhythmia) was observed in 5% of students from the Faculty of Physical Education and Sports.

Compared to regular students, students who practice sports have higher final ventricular deflections which fall within physiological range. The changes in bioelectrical activity parameters of heart among students engaged in sports in the Northern climatic

conditions prove that blood circulatory system is influenced by systematic sports training. The changes are also defined by economization of chronotropic function, high cardiac functional capacity and increased vagal tone.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Адаптация, упражнения, нагрузки, сердечно-сосудистая система, биоэлектрическая активность сердца.

KEY WORDS. Adaptation, exercise load, cardiovascular system, bioelectrical activity of the heart.

Значимой проблемой современной физиологии является исследование механизмов адаптации организма к факторам окружающей среды. Изучение функциональных изменений, возникающих в период тренировочных и соревновательных нагрузок, является важным аспектом при оценке особенностей адаптации, степени утомления, уровня тренированности и работоспособности спортсменов [8].

Система кровообращения относится к индикаторам адаптационных возможностей организма, определяет и лимитирует физическую работоспособность. Адекватные физические нагрузки усиливают экономичность деятельности, а чрезмерные нагрузки могут привести к развитию физического перенапряжения сердечно-сосудистой системы (ССС) [5].

Помимо спортивных тренировок студенты факультета физической культуры и спорта (ФФКиС) г. Нижневартовска подвергаются воздействиям гипокомфортных экологических факторов, которые усиливают нагрузку на организм человека. Недостаточность сведений о функциональных резервах спортсменов в условиях Севера вызывает необходимость проведения комплексных исследований, позволяющих оценивать и контролировать текущее состояние, морфофункциональные сдвиги в деятельности индикаторных систем при адаптации к повышенным физическим нагрузкам в неблагоприятных условиях окружающей среды [6, 7].

Целью исследования является изучение особенностей биоэлектрической активности сердца студентов-спортсменов и их сверстников, не занимающихся спортом в условиях Приобского Севера.

Всего было обследовано 90 человек в возрасте 17-20 лет. В том числе 50 человек — студенты Нижневартовского государственного университета (НВГУ), обучающиеся на естественно-географическом факультете (контрольная группа), 40 человек — студенты факультета физической культуры и спорта НВГУ, систематически (более 10 лет) занимающиеся дополнительной физической нагрузкой, преимущественно ациклическими видами спорта (именуемые в дальнейшем — спортсмены). Исследование проводилось с соблюдением норм этической экспертизы биомедицинских исследований [10].

В рамках настоящего исследования проанализированы результаты, полученные при изучении адаптированных к условиям Севера студентов и спортсменов (рожденных и проживающих в ХМАО-Югре).

Одним из основных методов оценки функционального состояния спортсменов является электрокардиография (ЭКГ). Анализ биофизических процессов в системе кровообращения (электрическая и механическая активность сердца, внутрисердечная и общая гемодинамика и др.) проводился на 12-канальном электрокардиографе «Поли-Спектр 8Е», изготовитель фирма «Нейрософт». Систематизация материала выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц Microsoft EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждение

При статистическом анализе результатов ЭКГ во втором стандартном отведении у спортсменов, по сравнению со студентами, были выявлены изменения амплитуды зубцов и длительности интервалов (табл. 1). Углубленный автоматизированный анализ ЭКГ во втором стандартном отведении позволил установить закономерные сдвиги в электрической активности сердца спортсменов, подтверждающие определенное воздействие систематической спортивной нагрузки на сердце человека.

У большинства обследуемых регистрировался синусовый ритм. Известно, что биоэлектрическую активность левого и правого предсердий, а именно процесс их деполяризации, отображает зубец P, у обследуемых обеих групп форма зубца P была нормальна, он предшествовал каждому комплексу QRS. Это означает, что импульсы исходят из СА-узла и проводятся от предсердий к желудочкам.

Таблица 1

Показатели ЭКГ во II стандартном отведении у студентов НВГУ ($M \pm m$)

Элемент ЭКГ	Студенты ЕГФ	Студенты ФФКиС
P, мм	1,26±0,03	1,59±0,04
Q, мм	0,56±0,03	0,61±0,05
R, мм	11,12±0,21	11,05±0,18
S, мм	1,69±0,06	1,70±0,08
T, мм	2,05±0,09	3,01±0,07
R- R, с	0,89±0,02	0,92±0,01
PQ, с	0,16±0,04	0,15±0,03
QT, с	0,38±0,03	0,45±0,02
QRS, с	0,073±0,004	0,093±0,003*

Примечание: достоверность различий оценивалась между группами ($p < 0,05$).

Анализ амплитуды зубцов Q, R, S достоверных различий по группам не выявил. Начало распространения импульса по желудочкам, а именно по межжелудочковой перегородке, характеризуется зубцом Q. Амплитуда этого зубца у юношей, не занимающихся спортом, была меньше, чем у спортсменов. Установленное снижение амплитуды зубца Q у студентов может указывать на снижение биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки.

Зубец R соответствует процессу дальнейшего распространения возбуждения по миокарду правого и левого желудочков и отражает возбуждение верхушки сердца, а распространение электрического импульса в базальных отделах правого и левого желудочков отражает зубец S. При анализе амплитуды зубцов R и S статистически значимой разницы на ЭКГ спортсменов и их ровесников, не занимающихся спортом, выявлено не было.

Одним из наиболее существенных компонентов ЭКГ является зубец T, амплитуда которого является отражением фазы реполяризации желудочков. У обследованных нами спортсменов, по сравнению со студентами, обнаружены более высокие зубцы T, укладывающиеся, однако, в границы физиологической

нормы (табл. 1). Зубец Т во II отведении отмечен направлением вверх (положительный) в обеих группах обследуемых.

Поскольку зубец Т отражает течение обменных процессов в миокарде, то увеличение его амплитуды указывает на усиление функции сердечной мышцы. Высокие зубцы Т характерны для спортсменов и лиц, занимающихся физическим трудом, что обусловлено как высокой сократительной способностью сердечной мышцы и хорошим ее питанием, так и повышением тонуса блуждающего нерва [4].

Анализ продолжительности интервала R-R выявил его увеличение у спортсменов по сравнению со студентами. Данная особенность может быть обусловлена повышением тонуса парасимпатической иннервации сердца (табл. 1).

Процессу распространения возбуждения по предсердиям соответствует интервал P-Q. Длительность этого интервала у всех обследованных укладывалась в пределы физиологической нормы, т. е. продолжительность предсердно-желудочковой проводимости у большинства обследованных находилась в диапазоне нормативных величин. Обнаруженное снижение высоты зубцов Р и удлинение интервала P-Q у студентов, по сравнению со спортсменами, вероятно, связано с замедлением распространения возбуждения в мышечных волокнах, что может быть вызвано частичным гипоксическим состоянием миокарда, когда возникает снижение биологического окисления и энергетический дефицит ослабляет функцию сердца [3].

Интервал QT отражает время, необходимое для цикла деполяризации и реполяризации желудочков. В ходе обследования у спортсменов интервал QT находился на верхней границе физиологической нормы, у студентов значения QT были в пределах физиологических нормативов (табл. 1).

Комплекс QRS соответствует по времени деполяризации желудочков сердца. Распознавание и правильная интерпретация комплекса QRS — ключевой момент в оценке деятельности кардиомиоцитов желудочков. Длительность комплекса QRS отражает время внутривентрикулярного прохождения импульса. По литературным данным у спортсменов наблюдается увеличение вольтажа комплекса QRS до 0,12 с. Этот признак может быть связан с гипертрофией левого желудочка сердца [1, 4]. По нашим данным, у спортсменов отмечалось удлинение внутривентрикулярной проводимости до $0,093 \pm 0,003$ с, по сравнению со студентами, у которых продолжительность комплекса QRS составляла $0,073 \pm 0,004$ с. Выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) (табл. 1).

В ходе исследования была проанализирована частота изменений ЭКГ у молодых людей, не занимающихся и занимающихся спортом в процентном соотношении (табл. 2). Нарушение функций возбудимости и автоматии, чаще всего одиночные экстрасистолы, обнаружены у 5% спортсменов и 4% студентов. Согласно литературным данным, экстрасистолическая аритмия у спортсменов встречается в 1,7-10% случаев [9]. По материалам А. Г. Дембо, Э. В. Земцовского, резкая синусовая аритмия с разницей между сердечными циклами от 0,31 до 0,60 с встречалась у 3,6% спортсменов [4]. Л. А. Бутченко, М. С. Кушаковский отмечают, что монотонные одиночные экстрасистолы (чаще всего встречается у спортсменов) нередко возникают у молодых здоровых людей вследствие вегетативной лабильности и преобладания тонуса парасимпатической нервной системы. Как показали исследования, такие экстрасистолы у спортсменов не представляют опасности и не оказывают существенного влияния на гемодинамику и работоспособность [1].

Частота изменений в ЭКГ у студентов НВГУ (%)

Вид изменений ЭКГ	высокий вольтаж зубцов R	миграция водителя ритма	синусовая брадикардия	увеличение вольтажа QRS	неполная блокада правой ножки пучка Гиса	высокий зубец T	экстрасистолическая аритмия
спортсмены	12,5	10	60	5	10	5	5
студенты	4	-	4	-	-	-	4

По данным Н. В. Махаровой, при анализе электрокардиограмм 71 спортсмена выявлены: синусовая аритмия в 29,8% случаев; миграция водителя ритма — 8,3%; предсердный ритм — 2,4%; неполная блокада правой ножки пучка Гиса — 7,2%; замедление АВ-проводимости — 3,4%; единичная предсердная экстрасистолия — 3,1%; желудочковая экстрасистолия — в 2,8%. У некоторых спортсменов отмечались сочетанные изменения ЭКГ [5].

При оценке экстрасистолии у спортсменов решающее значение придают показателям общего состояния и работоспособности, относя простые формы нарушения ритма при отсутствии других отклонений со стороны ССС и общего состояния в разряд так называемых особенностей сердца спортсменов — нарушений регуляции, связанных в основном с влиянием вегетативной нервной системы.

Синусовую брадикардию (снижение частоты сердечных сокращений (ЧСС) менее 60 ударов в минуту) мы обнаружили у 60% спортсменов, это можно объяснить высокой функциональной способностью сердца, а также влиянием повышенного тонуса блуждающего нерва. В исследованиях С. В. Хрущева, М. М. Круглого (1982) частота пульса менее 60 уд/мин отмечена у подавляющего большинства спортсменов (95,5%) [9]. У студентов синусовая брадикардия была выявлена в единичных случаях (4%).

Высокий вольтаж зубцов R наблюдался у 12,5% молодых людей, занимающихся спортом. У спортсменов эта особенность объясняется высокой функциональной активностью сердца при физиологической его гипертрофии. Низкого вольтажа зубцов R у обследуемых обеих групп мы не наблюдали.

Замедление внутрижелудочкового проведения у спортсменов отмечено в единичных случаях — 5%. Увеличение вольтажа QRS может быть следствием гипертрофии левого желудочка сердца. Неполная блокада правой ножки пучка Гиса зарегистрирована нами у 10% спортсменов. По данным Л. А. Бутченко, М. С. Кушаковского (1993), такой признак встречается у каждого второго спортсмена, тренирующегося на выносливость [1]. Фактически это не истинная блокада, а лишь замедление проводимости в правом желудочке. Неполной блокады правой ножки пучка Гиса у студентов выявлено не было.

Миграция водителя ритма отмечалась у 10% тренированных обследуемых. Миграция водителя ритма сердца по предсердиям считается у спортсменов нормой, если не ведет к очень низкой ЧСС [2]. У обследуемых спортсменов ЧСС ниже 47 уд/мин не отмечалась.

В ходе исследования нами был отмечен более высокий зубец T у спортсменов, по сравнению со студентами, но его амплитуда не выходила за границы физиологической нормы. Лишь у 5% юношей, занимающихся спортом, отмечались зубцы T, превышающие 6,5 мм. Вероятно, это было обусловлено высокой

сократительной способностью сердечной мышцы, хорошим ее питанием, а также повышением тонуса блуждающего нерва (табл. 2).

Таким образом, выявленные особенности сердца молодых людей, занимающихся спортом в условиях Приобского Севера, являются функциональными, совпадают с результатами других исследований, проведенных у спортсменов средней полосы России. Изменения параметров электрической активности сердца спортсменов на Севере подтверждают закономерное воздействие систематической спортивной нагрузки на кровообращение и обусловлены экономизацией хронотропной функции сердца, его высокой функциональной способностью и повышением тонуса блуждающего нерва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутченко Л. А., Кушаковский М. С. Спортивное сердце / Л. А. Бутченко, М. С. Кушаковский. СПб, 1993. 48 с.
2. Бучина Е. В., Умаров В. М. Сравнительная характеристика электрокардиографических показателей спортсменов высокой квалификации в различных видах спорта / Е. В. Бучина, В. М. Умаров // Вестник спортивной науки. 2012. № 5. С. 19-24.
3. Варламова Н. Г., Евдокимова В. Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера, как маркер влияния климата и возраста / Н. Г. Варламова, В. Г. Евдокимова // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 6. С. 109-114.
4. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. Спортивная кардиология: руководство для врачей / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский. Л.: Медицина, 1989. 464 с.
5. Махарова Н. В., Пинигина И. А., Захарова А. А., Иорданская Ф. А. Дистрофия миокарда на фоне физического перенапряжения у спортсменов в условиях Крайнего севера / Н. В. Махарова, И. А. Пинигина, А. А. Захарова, Ф. А. Иорданская // Вестник спортивной науки. 2007. № 2. С. 12-15.
6. Погоньшева И. А. Сравнительная характеристика показателей кардиореспираторной системы спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, в условиях северного промышленного города: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / И. А. Погоньшева. Тюмень, 2006. 25 с.
7. Соловьев В. С., Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. Показатели кардиореспираторной системы студентов, занимающихся спортом и обучающихся в условиях Севера / В. С. Соловьев, И. А. Погоньшева, Д. А. Погоньшев // Вестник Тюменского государственного университета. Медико-биологические науки. 2014. № 6. С. 165-170.
8. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология спорта: учеб. пособие / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. СПб, 1999. 231 с.
9. Хрущев С. В., Круглый М. М. Тренеру о юном спортсмене / С. В. Хрущев, М. М. Круглый. М.: Физкультура и спорт, 1982. 157 с.
10. Этическая экспертиза биомедицинских исследований: практические рекомендации / под общ. ред. Ю. Б. Белоусова. Изд. 1-е. Москва. 2005. 156 с.

REFERENCES

1. Butchenko L. A., Kushakovskiy M. S. Sportivnoe serdtse [The Heart of a Sports Person]. Saint-Petersburg, 1993. 48 p. (In Russian)
2. Butchina E. V., Umarov V. M. Sravnitel'naya harakteristika elektrokardiograficheskikh pokazateley sportsmenov vyisokoy kvalifikatsii v razlichnykh vidah sporta [Comparative Analysis of Electrocardiogram Markers Among High Profile Sportspeople

- in Different Sporting Disciplines] // Vestnik sportivnoy nauki [Herald of the Sports Science]. 2012. No 5. Pp. 19-24. (In Russian)
3. Varlamova N. G., Evdokimova V. G. [Changes in Electrocardiogram Parameters of Males from the European North, as an Indicator of Climatic and Age-related Impacts] // Fiziologiya cheloveka [Human Psychology]. 2002. V. 28. No 6. Pp. 109-114. (In Russian)
 4. Dembo A. G., Zemtsovskiy E. V. Sportivnaya kardiologiya: rukovodstvo dlya vrachev [Sports Cardiology: Guidelines for Doctors]. Leningrad: Meditsina [Medicine], 1989. 464 p. (In Russian)
 5. Makharova N. V., Pinigina I. A., Zakharova A. A., Iordanskaya F. A. Distrofiya miokarda na fone fizicheskogo perenapryazheniya u sportsmenov v usloviyah Kraynego severa [Myocardosis of Sportspeople in the Conditions of the Far North Induced by Excessive Physical Activity] // Vestnik sportivnoy nauki [Herald of the Sports Science]. 2007. No 2. Pp. 12-15. (in Russian)
 6. Pogonysheva I. A. Sravnitel'naya harakteristika pokazateley kardiorespiratornoy sistemyi sportsmenov i lits, ne zanimayuschihsya sportom, v usloviyah severnogo promyshlennogo goroda: avtoref. diss. kand. biol. nauk [Comparative Analysis of Cardiorespiratory Parameters Among Sportspeople and Individuals who do not Practice Sports Activity in the Industrial Urban Conditions: autoabstract dis. Cand. Sci. (Biol.)]. Tyumen, 2006. 25 p. (In Russian)
 7. Soloviev V. S., Pogonysheva I. A., Pogonyshchikov D. A. Pokazateli kardiorespiratornoy sistemyi studentov, zanimayuschihsya sportom i obuchayuschihsya v usloviyah Severa [Cardiorespiratory Parameters of Students who Practice Sports and Study in the Climatic Conditions of the North] // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Mediko-biologicheskie nauki [Herald of Tyumen State University. Medical and Biological Sciences]. 2014. No 6. Pp. 165-170. (In Russian)
 8. Solodkov A. S., Sologub E. B. Fiziologiya sporta: ucheb. posobie [Sports Physiology: teaching manual]. Saint-Petersburg, 1999. 231 p. (In Russian)
 9. Khrushchev S. V., Krugliy M. M. Treneru o yunom sportsmene [Trainer's Manual about Young Athletes]. Moscow: Fizkultura i sport [Physical Culture and Sports], 1982. 157 p. (In Russian)
 10. Eticheskaya ekspertiza biomeditsinskih issledovaniy: prakt. rekomendatsii [An Ethnic Examination of Biomedical Studies: practical guidelines] / Yu. B. Belousova (in Ed.). 1st edition: Moscow. 2005. 156 p. (In Russian)

Авторы публикации

Погоньшева Ирина Александровна — кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Нижневартровский государственный университет

Погоньшев Денис Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Нижневартровский государственный университет

Соловьев Владимир Сергеевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека и животных Тюменского государственного университета

Authors of the publication

Irina A. Pogonysheva — Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor at the Department of Ecology, Nizhnevartovsk State University

Denis A. Pogonyshchikov — Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor at the Department of Ecology, Nizhnevartovsk State University

Vladimir S. Soloviev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Anatomy of Human and Animal Physiology, Tyumen State University