

УДК 612.17:796.92:613.13(470.1/.2)

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА У СПОРТСМЕНОВ-ЛЫЖНИКОВ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

© 2014 г. И. В. Мануйлов

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Спортсмены-лыжники неоднократно были субъектом обследования [2, 14], в том числе и на Европейском Севере России [12], однако прежде не рассматривались аспекты компенсаторно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы в различные сезоны года, что является существенным фактором формирования функционального состояния организма спортсмена.

Несмотря на новые аппаратные и методические возможности диагностики, важным методом исследования сердечно-сосудистой системы по-прежнему остается электрокардиография (ЭКГ) [1, 4, 6, 9]. Европейское сообщество кардиологов и Международный олимпийский комитет рекомендуют алгоритм кардиологического скрининга спортсменов, неотъемлемой частью которого является ЭКГ [15]. Электрокардиография отображает кумулятивные изменения, являющиеся результатом адаптивных реакций сердца как на напряженную мышечную деятельность [5, 10], так и на климатические влияния окружающей среды [3, 4, 6–8].

Целью настоящей работы было выявление особенностей биоэлектрической активности миокарда в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников в возрасте 18–22 лет, родившихся и постоянно проживающих на Европейском Севере.

### Методы

Обследованы 38 здоровых юношей, уроженцев Европейского Севера в возрасте 18–22 лет, занимающихся лыжными гонками на спортивных базах городов Архангельск и Северодвинск и имеющих первый-второй взрослый разряд. Критерием отбора участников являлись официальные рекомендации ВОЗ, согласно которым здоровыми считаются те, кто не имеют хронических заболеваний, освобождений от работы или учебы по острому заболеванию и не предъявляют жалоб в день обследования.

Исследование биоэлектрической активности миокарда проводилось четыре раза в год (сентябрь, январь, март, июль) с использованием метода электрокардиографии в 12 стандартных отведениях в помещении с комфортными условиями (температура воздуха 20–22 °С, относительная влажность воздуха 40–60 % и скорость движения воздуха 0,2–0,3 м/с) в положении лежа на спине на электрокардиографе «Диамант-К» комплекс КМ-АР-01. Обследование осуществлялось в первой половине дня, через 1,5–2 часа после приема пищи и 20-минутного отдыха. Длительность интервалов и амплитуда зубцов ЭКГ рассчитывалась ручным способом.

Исследование наблюдательное, аналитическое, разновидность исследования — экологическое (корреляционное).

Статистическая обработка полученных результатов, оценка распределения показателей, сравнительный анализ выборок проведен с помощью компьютерного пакета прикладных программ IBM SPSS 19.0. Правильность распределения в выборках производилась с при-

В динамике сезонов года (сентябрь, январь, март, июль) проведено электрокардиографическое обследование одних и тех же 38 юношей, уроженцев Европейского Севера в возрасте 18–22 лет, занимающихся лыжными гонками. Установлено, что наибольшая биоэлектрическая активность сердечной мышцы характерна для зимнего периода года. Сезонные изменения электрической активности миокарда в большей степени проявили себя в области межжелудочковой перегородки и базальных отделах сердца, а также в правых отделах сердца по сравнению с левыми.

**Ключевые слова:** Европейский Север, спортсмены-лыжники, электрокардиограмма, сезонная динамика

менением критерия Шапиро – Уилка ( $n \leq 50$ ). Для сравнительного анализа показателей, подчиняющихся правилам нормального распределения, использован однофакторный дисперсионный анализ. Показатели представлены в виде среднего значения ( $M$ ) и стандартного отклонения ( $s$ ). Критический уровень значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

**Результаты**

При статистическом анализе результатов ЭКГ во втором стандартном отведении у лыжников были выявлены сезонные изменения ряда показателей (табл. 1). Так, наблюдается статистически значимое снижение высоты зубца R зимой по сравнению с осенью ( $p = 0,003$ ), весной ( $p = 0,026$ ) и летом ( $p < 0,001$ ). При этом данный показатель выше в летний период года, чем в весенний ( $p = 0,007$ ) и зимний ( $p < 0,001$ ).

Анализ комплекса QRS также выявил ряд сезонных изменений. Амплитуда зубца Q зимой больше, чем осенью ( $p < 0,001$ ) и летом. Статистически значимых различий между зимним и весенним показателями не выявлено. Высота зубца R в зимний период имела меньшее значение в сравнении с осенним ( $p < 0,001$ ) и летним. При анализе амплитуды зубцов R, полученных на других этапах исследования, статистически значимой разницы не выявлено.

Амплитуда зубца S статистически значимо большей оставалась зимой в сравнении с осенними ( $p < 0,001$ ) и летними ( $p < 0,001$ ) результатами. Статистически значимой разницы между показателями, полученными в зимний и весенний период, не выявлено.

Наибольшее значение высота зубца T имела зимой, что статистически значимо больше, чем осенью ( $p = 0,008$ ), весной ( $p < 0,001$ ) и летом ( $p < 0,001$ ). В весенний период высота зубца T больше, чем осенью ( $p < 0,001$ ) и летом ( $p < 0,001$ ). В летнее время года значение описываемого показателя больше, чем в осеннее ( $p < 0,001$ ).

Продолжительность интервала P–Q у всех обследованных спортсменов укладывалась в пределы физиологической нормы. Наблюдалось удлинение данного интервала зимой по сравнению с осенью ( $p < 0,001$ ), весной ( $p < 0,001$ ) и летом ( $p < 0,001$ ).

Интервал Q–T наибольшую длительность имел в зимний период времени, однако статистически значимых различий между исследуемыми величинами выявлено не было.

Анализ продолжительности интервала R–R выявил его увеличение у спортсменов на зимнем этапе исследования. Данный показатель был статистически значимо больше, чем на остальных трех этапах ( $p = 0,006$ ).

Исследование амплитуды зубца R в грудных отведениях выявило некоторые межсезонные различия (табл. 2). Так, отмечалось статистически значимое повышение амплитуды зубца R от осени к зиме ( $p = 0,034$ ) в правых грудных отведениях. В левых грудных отведениях статистически значимых различий выявлено не было.

Высота зубца S в отведении  $V_1$  была больше в зимний период года ( $p = 0,013$ ), чем в осенний. В других грудных отведениях статистически значимых изменений не выявлено.

Наибольшие изменения в динамике сезонов года претерпела амплитуда зубца T как в правых, так и в левых грудных отведениях. Так, в отведении  $V_1$  отмечалось снижение амплитуды зубца T от осеннего этапа исследования к летнему ( $p = 0,031$ ). Зимой данный показатель был статистически значимо больше, чем весной ( $p = 0,009$ ) и летом ( $p = 0,007$ ). Статистически значимых различий между амплитудой зубца T в весеннее и летнее время года не выявлено.

В отведении  $V_2$  статистически значимо большее значение высота зубца T имела зимой в сравнении с осенью ( $p = 0,041$ ), весной ( $p < 0,001$ ) и летом ( $p = 0,005$ ). Наименьшее значение амплитуды зубца T зафиксировано в летний период года.

Высота зубца T в отведении  $V_6$  одинаково большее значение имела осенью и зимой в сравнении с весной ( $p = 0,008$ ) и летом ( $p < 0,001$ ). Значимых различий между осенними и зимними показателями выявлено не было.

**Обсуждение результатов**

Биоэлектрическую активность предсердий, а именно процесс деполяризации их, отображает зубец P. В динамике четырех этапов исследования отмечалось снижение амплитуды зубца P на зимнем этапе исследования.

Таблица 1  
Годовая динамика изменений ЭКГ-показателей во втором стандартном отведении у спортсменов-лыжников ( $M \pm s$ )  
n = 38

Показатель	Сезон				Значимость различий между сезонами					
	Осень (I)	Зима (II)	Весна (III)	Лето (IV)	P <sub>I-II</sub>	P <sub>I-III</sub>	P <sub>I-IV</sub>	P <sub>II-III</sub>	P <sub>II-IV</sub>	P <sub>III-IV</sub>
P, mV	0,13±0,04	0,13±0,01	0,135±0,01	0,14±0,02	**	**	—	*	***	**
Q, mV	-0,067±0,004	-0,072±0,003	-0,069±0,025	-0,066±0,001	***	—	—	*	**	**
R, mV	1,21±0,02	1,20±0,03	1,21±0,04	1,21±0,03	***	—	—	—	***	—
S, mV	-0,17±0,01	-0,17±0,01	-0,17±0,02	-0,17±0,01	**	—	—	—	***	—
T, mV	0,41±0,01	0,42±0,01	0,42±0,02	0,42±0,02	**	**	***	***	***	***
P–Q, c	0,16±0,01	0,17±0,02	0,16±0,04	0,16±0,03	***	—	—	***	***	—
Q–T, c	0,44±0,005	0,443±0,004	0,441±0,001	0,441±0,002	—	—	—	—	—	—
R–R, c	0,91±0,01	1,06±0,02	0,93±0,02	0,92±0,03	***	**	—	***	***	—

Примечание. \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Таблица 2

Изменение амплитуды зубцов ЭКГ у спортсменов-лыжников в грудных отведениях (M ± s)

n = 38

Период наблюдения	Отведение V <sub>1</sub>			Отведение V <sub>2</sub>			Отведение V <sub>3</sub>		
	Зубцы			Зубцы			Зубцы		
	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV
Осень (I)	0,46±0,03	-1,18±0,05	0,12±0,01	0,71±0,04	-1,20±0,06	0,43±0,03	1,01±0,04	-1,03±0,09	0,65±0,05
Зима (II)	0,47±0,03	-1,20±0,06	0,11±0,02	0,71±0,04	-1,30±0,07	0,48±0,02	1,11±0,05	-1,10±0,07	0,66±0,04
Весна (III)	0,47±0,02	-1,19±0,07	0,11±0,03	0,71±0,03	-1,24±0,05	0,47±0,03	1,10±0,05	-1,21±0,07	0,66±0,04
Лето (IV)	0,46±0,03	-1,19±0,06	0,11±0,04	0,71±0,05	-1,28±0,06	0,43±0,03	1,10±0,06	-1,10±0,07	0,63±0,04
p	P <sub>I-II</sub> *	P <sub>I-II</sub> *	P <sub>I-II, III, IV</sub> * P <sub>III-IV</sub> **	P <sub>I-II</sub> *	P <sub>I-II</sub> * P <sub>III-III</sub> **	P <sub>I-II</sub> * P <sub>III-IV</sub> **	P <sub>I-II</sub> *		
Период наблюдения	Отведение V <sub>4</sub>			Отведение V <sub>5</sub>			Отведение V <sub>6</sub>		
	Зубцы			Зубцы			Зубцы		
	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV
Осень	1,47±0,07	-0,92±0,07	0,63±0,02	1,51±0,08	-0,40±0,06	0,39±0,04	1,47±0,05	-0,29±0,07	0,34±0,03
Зима	1,50±0,08	-0,93±0,08	0,63±0,03	1,51±0,07	-0,41±0,04	0,38±0,04	1,39±0,05	-0,29±0,07	0,34±0,05
Весна	1,49±0,07	-1,01±0,08	0,63±0,03	1,50±0,06	-0,42±0,03	0,38±0,04	1,40±0,05	-0,30±0,07	0,32±0,05
Лето	1,50±0,08	-0,99±0,08	0,62±0,03	1,50±0,07	-0,40±0,05	0,37±0,03	1,43±0,04	-0,28±0,06	0,32±0,06
p									P <sub>I-III,IV</sub> * P <sub>III-IV</sub> *

Примечание. \* – p < 0,05; \*\* – p < 0,01; \*\*\* – p < 0,001.

Процессу распространения возбуждения по предсердиям соответствует интервал P–Q. В ходе исследования отмечено увеличение времени проведения электрического импульса по предсердиям в зимнее время года.

Снижение амплитуды зубца R, так же как и увеличение интервала P–Q зимой, вероятно, обусловлено повышением тонуса парасимпатической иннервации сердца [13].

Анализ деятельности желудочков сердца лыжников во втором стандартном отведении также выявил наличие сезонных изменений. Начало распространения импульса по желудочкам, а именно по межжелудочковой перегородке, отражается зубцом Q. В ходе исследования было выявлено увеличение амплитуды данного зубца на зимнем этапе, что может свидетельствовать об увеличении биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки в этот период года.

Известно, что зубец R соответствует процессу дальнейшего распространения возбуждения по миокарду правого и левого желудочков, а распространение электрического импульса в базальных отделах правого и левого желудочков отражает зубец S [9, 11]. В годовой динамике статистически значимые изменения данных показателей были выявлены во втором стандартном отведении и в грудных отведениях V<sub>1</sub> и V<sub>2</sub>. Так, во втором стандартном отведении отмечается снижение амплитуды зубца R и увеличение глубины зубца S. В первом и втором грудных отведениях высота зубца R и глубина S в зимний период увеличиваются. Выявленные изменения могут также свидетельствовать об увеличении биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца в зимнее время года.

Выявленные сезонные изменения биоэлектрической активности желудочков у лыжников отличаются от данных, приведенных ранее [6]. Авторами установлено, что у молодых мужчин 18–22 лет, проживающих

на Европейском Севере, наибольшая амплитуда зубца R и зубца S наблюдается в переходные сезоны года.

Зубец T отражает процесс быстрой реполяризации миокарда желудочков. Этот зубец является наиболее чувствительным из всех элементов ЭКГ и может меняться под воздействием как патологических, так и физиологических факторов [5, 11]. Зубец T также отражает течение обменных процессов в миокарде, следовательно, выявленное увеличение его амплитуды указывает на усиление функции сердечной мышцы в холодный зимний период года. Полученные данные не характерны для лиц 18–22 лет, не занимающихся спортом и проживающих в условиях Европейского Севера, у них процесс реполяризации желудочков имеет наибольшую активность осенью [6].

Таким образом, сезонные изменения биоэлектрической активности сердечной мышцы как у спортсменов, так и у лиц, не занимающихся спортом [6], наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца. Однако у уроженцев Европейского Севера 18–22 лет, не занимающихся спортом, наибольшая биоэлектрическая активность миокарда отмечалась в переходные периоды года, в то время как у спортсменов-лыжников наибольшая биоэлектрическая активность сердечной мышцы зарегистрирована зимой, при этом сезонные изменения в большей степени затрагивают правые отделы сердца по сравнению с левыми. Можно предположить, что эти различия обусловлены влиянием тренировочного процесса и соревновательной деятельности лыжников.

**Список литературы**

1. Агаджанян Н. А., Шабатура Н. Н. Биоритмы, спорт, здоровье. М.: ФиС, 1989. 208 с.  
2. Ванюшин М. Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности: дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. С. 50–108.

3. Варламова Н. Г., Евдокимов В. Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера как маркер влияния климата и возраста // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 6. С. 109–114.

4. Грибанов А. В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1991. 38 с.

5. Гудков А. Б. Физиологическая характеристика нетрадиционных режимов организации труда в Заполярье : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1996. 32 с.

6. Гудков А. Б., Попова О. Н., Ефимова Н. В. Сезонные изменения биоэлектрической активности миокарда у уроженцев Европейского Севера 18–22 лет // Экология человека. 2012. № 9. С. 32–37.

7. Гудков А. Б., Попова А. Б., Небученных А. А. Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты : монография. Архангельск : Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. 285 с.

8. Кубушка О. Н., Гудков А. Б., Лабутин Н. Ю. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север // Экология человека. 2004. № 5. С. 16–18.

9. Лутфуллин И. Я., Сафина А. И. Электрокардиография у юного спортсмена: вариант нормы или патология? // Практическая медицина. 2012. № 7. С. 67–70.

10. Макарова Г. А. Спортивная медицина. М. : Советский спорт, 2003. С. 65.

11. Осолкова М. К., Курьянова О. О. Электрокардиография у детей. Изд. 2-е., доп. и испр. М. : МЕДпресс-информ, 2004. 352 с.

12. Пантелеева Н. И. Электрическая активность сердца в период реполяризации желудочков у лыжников-гонщиков : дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2011. С. 78–93.

13. Погоньшева И. А. Сравнительная характеристика показателей кардиореспираторной системы у спортсменов и лиц, не занимающихся спортом в условиях северного промышленного города : дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2006. С. 89.

14. Шмердяк А. В. Физиологические и метаболические характеристики процессов адаптации и дезадаптации организмов спортсменов высокой квалификации : дис. ... канд. мед. наук. Тюмень, 2005. С. 3–100.

15. Ljungqvist A., Jenoure P. J., Engebretsen L. et al. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes // Clin. J. Sport. Med. 2009. Vol. 19. P. 347–365.

## References

1. Agadzhanian N. A., Shabatara N. N. Bioritmy, sport, zdorov'e [Biorhythms, sports, health]. Moscow, 1989, 208 p.

2. Vanyushin M. Yu. Adaptatsiya kardiorespiratornoy sistemy sportmenov k fizicheskoy nagruzke povyshayuscheysya moschnosti. Kand. diss. [Cardiorespiratory adaptation of athletes to increasing physical stress. Cand. Diss.]. Kazan, 2003, pp. 50-108.

3. Varlamova N. G., Evdokimova V. G. Change of electrocardiogram parameters in men of Northern Europe as a marker of climate and age impact. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2002, 28 (6), pp. 109-114. [in Russian]

4. Griбанov A.V. *Dinamika krovoobrascheniya u shkol'nikov v usloviyah Evropeyskogo Severa. Avtoref. dokt. diss.* [Dynamics of blood circulation in schoolchildren in European North conditions. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Arkhangelsk, 1991, 38 p.

5. Gudkov A. B. *Fiziologicheskaya karakteristika netraditsionnykh rezhimov organizatsii truda v Zapolyar'e. Avtoref. dokt. diss.* [Physiological characteristic of non-traditional modes of work organization in the Arctic. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Arkhangelsk, 1996, 32 p.

6. Gudkov A. B., Popova O. N., Efimova N. V. Seasonal Changes of Myocardium Electrobiological Activity in Natives Aged 18-22 in European North. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology], 2012, 9, pp. 32-37. [in Russian]

7. Gudkov A. B., Popova A. B., Nebuchennyh A. A. *Novosely na Evropeyskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [New residents in European North. Physiological-hygienic aspects]. Arkhangelsk, 2012, 285 p.

8. Kubushka O. N., Gudkov A. B., Labutin N. Yu. Some reactions of the cardiorespiratory system in young people of working age on stage adaptive voltage when moving to North. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology], 2004, 5, pp. 16-18. [in Russian]

9. Lutfullin I. Ya., Safina A. I. Electrocardiography of young athletes: norm or pathology? *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine], 2012, 7, pp. 67-70. [in Russian]

10. Makarova G. A. *Sportivnaya meditsina* [Sports Medicine]. Moscow, 2003, p. 65.

11. Oskolkova M. K., Kupriyanova O. O. *Elektrokardiografiya u detey* [Children's electrocardiography]. Moscow, 2004, 352 p.

12. Panteleeva N. I. *Elektricheskaya aktivnost' serdtsa v period repolyarizatsii zheludochkov u lyzhnikov-gonschikov. Kand. diss.* [Electrical activity of the heart during ventricular repolarization in skiers] Syktvykar. Cand. Diss.]. 2011, pp. 78-93.

13. Pogonysheva I. A. *Sravnitel'naya karakteristika pokazateley kardiorespiratornoy sportmenov i lits, ne zanimayuschih sportom v usloviyah severnogo promyshlennogo goroda. Kand. diss.* [Comparative characteristics of cardiorespiratory indices in athletes and persons who are not involved in sports in conditions of northern industrial town. Cand. Diss.] Tyumen, 2006, p. 89.

14. Shmerdyak A. V. *Fiziologicheskaya i metabolicheskaya karakteristika protsessov adaptatsii i dezadaptatsii organizmov sportmenov vysokoy kvalifikatsii. Kand. diss.* [Physiological and metabolic characteristics of adaptation and maladaptation processes in highly skilled athletes' organisms. Cand. Diss.] Tyumen, 2005, pp. 3-100.

15. Ljungqvist A., Jenoure P. J., Engebretsen L. et al. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes. *Clin. J. Sport. Med.* 2009, 19, pp. 347-365.

## SEASONAL DYNAMICS OF SKIERS' MYOCARDIAL BIOELECTRIC ACTIVITY IN EUROPEAN NORTH

I. V. Manuylov

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

The electrocardiographic examination of 38 male skiers, natives of the European North aged from 18 to 22 years was carried out during four seasons (September, January, March, July). We have found that the highest myocardial electrical activity was typical for the winter period. Seasonal changes in the electrical activity of the myocardium developed mostly in the interventricular septum and the basal parts of the heart, and the right heart compared with its left part.

**Keywords:** European North, skiers, electrocardiogram, seasonal dynamics

### Контактная информация:

Мануйлов Илья Владимирович – младший научный сотрудник НИИ морской медицины ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51

E-mail: manuylov\_ilia@mail.ru