

Грудной проток является главным коллектором лимфатического русла, и явления лимфостаза в нем сопровождаются нарушениями лимфотока во всех звеньях лимфатической системы, что вызывает нарушения метаболизма всех дренируемых органов и тканей организма [2, 8]. Явления лимфостаза в лимфатическом русле спортсменов определяются также при адаптации лимфоидных органов к интенсивным физическим нагрузкам, что сопровождается иммунологическими нарушениями в этих органах [1, 10]. В научных исследованиях показана возможность коррекции иммунологических нарушений лимфоидных органов, возникающих в результате воздействия интенсивных физических нагрузок [9, 10], что также приводит к коррекции лимфотока в лимфатическом русле [2].

Литература

1. Вихрук Т. П. Строение тимуса, селезенки и паховых лимфатических узлов белых крыс при иммунокоррекции в процессе адаптации к физическим нагрузкам / Т. П. Вихрук, М. Г. Ткачук // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1991. — Т. 100. — № 6. — С. 56–61.
2. Лимфология / В. И. Коненков, Ю. И. Бородин, М. С. Любарский. — Новосибирск : Манускрипт, 2012. — 1104 с.
3. Красноруцкая И. С. Воздействие инфразвука на строение лимфатических сосудов / Красноруцкая И. С., Петренко Е. В. // Электронный журнал Современные проблемы науки и образования. — 2021. — № 6. — С. 97 (1/7 – 7/7).

4. Красноруцкая И. С. Строение бедренной вены и бедренных лимфатических сосудов в условиях воздействия инфразвука на живой организм / И. С. Красноруцкая, Е. В. Петренко // Электронный журнал Современные проблемы науки и образования. — 2022. — № 6. — С. 97.
5. Петренко В. М. Развитие лимфатической системы в пренатальном онтогенезе человека / В. М. Петренко. — СПб. : СПбГМА, 1998. — 364 с.
6. Петренко В. М. Морфогенез в эволюции. Элементы сравнительной анатомии / В. М. Петренко. — Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2019. — 228 с.
7. Плохинский Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. — М. : Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.
8. Сапин М. Р. Лимфатическая система и ее роль в иммунных процессах / М. Р. Сапин // Морфология. — 2007. — Т. 131. — № 1. — С. 18–22.
9. Ткачук М. Г. Морфологические изменения тимуса при физических нагрузках на фоне приема диуцифона и в восстановительном периоде / М. Г. Ткачук, М. С. Страдина // Морфология. — 2007. — Т. 132. — № 5. — С. 63–68.
10. Petrenko V. M. About mechanics of influence of infrasound on living organism // Journal of Biomedical Systems and Emerging Technologies. — 2018. — V. 5. — No 2. — 120 p.
11. Petrenko V. M. Life. Anatomy of a search device : monograph / Petrenko V. M. — Moscow; Berlin : Direct-Media, 2020. — 140 pp.

* * *

УДК: 57.03: 612.1: 612.2: 796.9
doi:10.18720/SPBPU/2/id23-253

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА ПРАВЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА И РЕСПИРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ПОКОЕ И ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

*Кудинова Алла Константиновна, Варламова Нина Геннадьевна,
Логинова Татьяна Петровна, Бойко Евгений Рафаилович*

Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

Аннотация. При выполнении велоэргометрического теста «до отказа» был обследован 31 мастер спорта по лыжным гонкам (24.3±4.6 года) в начале летнего подготовительного периода. Выявлено наличие связей между амплитудными характеристиками ЭКГ правых отделов сердца и респираторной функцией: амплитуда ЭКГ зубца P в передних грудных отведениях была связана с частотой дыхания в покое, минутным объемом дыхания и уровнем выделения углекислого газа при максимальной физической нагрузке.

Ключевые слова: ЭКГ, дыхание, максимальная физическая нагрузка, лыжники-гонщики.

ELECTROCARDIOGRAM OF THE RIGHT HEART AND RESPIRATORY INDICATORS OF SKIERS AT REST AND AT THE MAXIMAL PHYSICAL ACTIVITY

*Kudinova Alla Konstantinovna, Varlamova Nina Gennadievna,
Loginova Tatiana Petrovna, Boyko Evgeny Rafailovich*

Komi Physiology Institute, Syktyvkar, Russia

Abstract. Thirty three masters of sports in cross-country skiing (24.3±4.6 y.o.) were examined on bicycle ergometric test “to failure” at the beginning of the preparatory period. The correlation between the ECG voltage parameters of the right heart and respiratory function was revealed. The ECG P wave voltage in the anterior thoracic leads was found to be associated with the respiration frequency at rest, the minute volume and the level of carbon dioxide release at maximal physical activity load.

Keywords: ECG, respiration, maximal physical activity, cross-country skiers.

Введение

Выполнение физической нагрузки, ориентированной на развитие выносливости, как в форме тренировок, так и соревнований, приводит к куму-

лятивному ремоделированию миокарда [5], увеличению массы правого желудочка, толщины его стенки и размера полости [4], увеличению правого предсердия [8]. Эти изменения, при помощи механизма

электромеханического сопряжения, потенциально отражаются на электрической функции сердца. В покое у высококвалифицированных спортсменов, в частности, тренированных на выносливость, ЭКГ отличается от нетренированных людей: наблюдаются высокие амплитуды QRS комплекса (гипертрофии желудочков), реполяризационные изменения (более высокий Т зубец) [10]. Отмечено, что степень наблюдаемых явлений связана со спортивным стажем [6].

При выполнении физической нагрузки в некоторых отведениях ЭКГ происходит увеличение амплитуды зубцов Р и S, уменьшение амплитуды зубцов R и T в стандартной 12-канальной ЭКГ [2, 7]. Авторы [9, 11] называют различные причины, способствующие этим изменениям, в том числе влияние уровня потребления кислорода на картину ЭКГ [3]. Возрастающий кислородный запрос во время физической нагрузки стимулирует функцию дыхания и работу сердечной мышцы. У высококвалифицированных спортсменов, обладающих адаптивными механизмами обеспечения кислородного запроса, должны были выработаться специфические профили взаимодействия респирации и сердечно-сосудистой системы. Поэтому целью этого исследования была оценка взаимосвязи между показателями ЭКГ, характеризующих электрические характеристики правых отделов сердца и респираторной функцией в покое и при выполнении максимальной физической нагрузки у высококвалифицированных спортсменов.

Методы

Перед обследованием все спортсмены ($n = 31$) подписали добровольное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования был одобрен

локальным комитетом по биоэтике ИФ Коми НЦ УрО РАН. Спортсмены – мужчины мастера спорта по лыжным гонкам ($24,3 \pm 4,6$ года) в начале летнего подготовительного периода выполнили тест «до отказа» на эргоспирометрической системе «Охусон Про» (Erich Jaeger, Германия) с автоматической регистрацией параметров ЭКГ в 12 общепринятых отведениях и респираторного анализа (РА). Были исследованы показатели РА: минутный объем дыхания, л/мин (MV), частота дыхания, 1/мин (BF), потребление кислорода, мл/мин ($V\dot{O}_2$), выделение углекислого газа, мл/мин ($V\dot{V}CO_2$), дыхательный коэффициент (RER), объем мертвого пространства, % (Vde/VT), кислородный пульс, мл/удар (O_2/HR), дыхательный резерв, % (BR), парциальное давление CO_2 в конце выдоха, kPa ($PECO_2$); измерены и исследованы амплитуды ЭКГ зубцов P, R, S и T в отведениях III, aVR, aVF, V_1-V_3 , соответствующим правым отделам сердца, на этапах теста в покое сидя и на пике нагрузки. Статистическая обработка результатов была проведена с помощью программы Statistica 8.0 (StatSoft Inc., 2007). Для оценки нормальности распределения показателей был использован критерий Шапиро-Уилка. Для установления характера взаимосвязи между показателями ЭКГ и РА использован линейный регрессионный анализ.

Результаты и их обсуждение

На основе регрессионного анализа у лыжников-гонщиков выявлены значимые взаимосвязи между амплитудными показателями ЭКГ и параметрами РА в покое (19 связей) и на пике нагрузочного теста «до отказа» (26 связей). В таблице представлены наиболее сильные связи между этими параметрами (коэффициент регрессии $\beta > 0,48$).

Таблица

Результаты регрессионного анализа между амплитудными параметрами ЭКГ и респираторной функции у лыжников-гонщиков на этапах теста «до отказа»

Параметр ЭКГ	Респираторный показатель	Коэффициент регрессии β	95% доверительный интервал	n	p-value
Покой сидя					
Амплитуда зубца P_{V_2}	BF	0,528	(0,199 – 0,857)	28	0,003
Пик нагрузки					
Амплитуда зубца R_{V_1}	$PECO_2$	0,598	(0,305 – 0,892)	31	0,0002
Амплитуда зубца P_{V_3}	MV	-0,485	(-0,806 – -0,165)	31	0,004
	VCO_2	-0,508	(-0,824 – -0,193)	31	0,003
	RER	-0,485	(-0,825 – -0,165)	31	0,004

Проведенный анализ показал наличие сопряженности электрокардиографических амплитудных показателей правых отделов сердца с показателями респираторной функции, как в состоянии покоя, так и при максимальной физической нагрузке. Наиболее выраженные сопряженные отношения были характерны для амплитуды зубца P

в покое и на пике нагрузки. Ранее нами [1] была выявлена корреляционная зависимость в летний период у мужчин ($n = 33$, 20–59 лет) не занимающихся спортом, жителей Европейского Севера России, между амплитудой зубца P ЭКГ и частотой дыхания ($r = 0,485$), и минутным объемом дыхания ($r = 0,446$), что согласуется с полученными нами

данными и подтверждает связь ЭКГ с показателями газообмена в организме человека.

Если в покое статистически значимая зависимость была характерна для амплитуды зубца Р и частоты дыхания, то на пике нагрузки это были: выделение углекислого газа, минутный объем дыхания и дыхательный коэффициент, что может говорить о значимой роли в динамике амплитуды Р зубца не только механических компонентов дыхания (BF, MV), но и вызванных физической нагрузкой метаболических изменений, связанных с закислением организма и образованием лактатного долга.

Заключение

У высококвалифицированных спортсменов лыжников-гонщиков установлены статистически значимые связи между амплитудными характеристиками ЭКГ и респираторной функцией в тесте с максимальной физической нагрузкой. Данные говорят о том, что на формирование зубцов ЭКГ может влиять не только механические компоненты дыхания, но и вызванные физической нагрузкой метаболические изменения. Дальнейшие исследования могут способствовать пониманию механизмов сопряжения электрической функции сердца с работой других функциональных систем у спортсменов.

Литература

1. **Варламова Н. Г.** Взаимосвязь параметров ЭКГ и кардиореспираторной системы человека / Н. Г. Варламова, В. Г. Евдокимов // Научные доклады. Сыктывкар. – 1994. – Вып. 335. – С. 16.
2. **Фудин Н. А.** Взаимосвязь показателей мышечной и сердечно-сосудистой систем при возрастающей физической нагрузке у лиц, занимающихся физической культурой и спортом / Н. А. Фудин, С. Я. Классина, С. Н. Пигарева // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. № 4. – С. 82–90. DOI: 10.7868/S0131164615040086.
3. **Alexopoulos D.** Repolarization abnormalities with prolonged hyperventilation in apparently healthy subjects: incidence, mechanisms and affecting factors / D. Alexopoulos, J. Christodoulou, T. Toulgaridis, [et al.] // Eur. Heart J. – 1996. – Vol. 17. № 9. – pp. 1432–1437. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a015079.
4. **D’Andrea A.** Right heart structural and functional remodeling in athletes / A. D’Andrea, A. LaGerche, E. Golia, [et al.] // Echocardiography. – 2015. – 32 (Suppl. 1). – pp. 11–22.
5. **Heidbuchel H.** Ventricular arrhythmias associated with long-term endurance sports: what is the evidence? / H. Heidbuchel, D.L. Prior, A. La Gerche // Br. J. Sports Med. – 46 (Suppl 1). – 2012. – pp. 44–50.
6. **Jakubiak A. A.** Benefits and limitations of electrocardiographic and echocardiographic screening in top level endurance athletes / A. A. Jakubiak, M. Konopka, D. Bursa, [et al.] // Biol. Sport. – 2021. – Vol. 38(1). – pp. 71–79.
7. **Lord R.** Exploratory insights from the right-sided electrocardiogram following prolonged endurance exercise / R. Lord, K. George, J. Somauroo, [et al.] // European Journal of Sport Science. – 2016. – Vol. 16. № 8. – pp. 1014–1022. DOI: 10.1080/17461391.2016.1165292.
8. **Pagourelis E. D.** Right Atrial and Ventricular Adaptations to Training in Male Caucasian Athletes: An Echocardiographic Study / E. D. Pagourelis, E. Kouidi, G. K. Efthimiadis, [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – Vol. 26 (11). – 2013. – pp. 1344–1352. DOI: 10.1016/j.echo.2013.07.019.
9. **Saltykova M. M.** Mechanisms of QRS voltage changes on ECG of healthy subjects during the exercise test / M. M. Saltykova // Hum. Physiol. – 2015. – Vol. 41. – pp. 62–69. DOI: 10.1134/S0362119714060085.
10. **Sharma S.** International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes / S. Sharma, J. A. Drezner, A. Baggish, [et al.] // European heart journal. – 2018. – Vol. 39(16). – pp. 1466–1480. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw631>.
11. **Van Lien R.** Ambulatory measurement of the ECG T-wave amplitude / R. Van Lien, M. Neijts, G. Willemsen, [et al.] // Psychophysiology. – 2015. – Vol. 52. № 2. – pp. 225–237. DOI: 10.1111/psyp.12300.

* * *

УДК 61:378.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-254

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА В КОНТЕКСТЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Кухарчик Галина Александровна, Пармон Елена Валерьевна

ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Проведен анализ зарубежного и отечественного опыта, учебных планов подготовки студентов-медиков по направлению «Спортивная медицина». Определены ограничения внедрения дисциплин направления «Спортивная медицина» в учебные планы и программы подготовки врачей на додипломном уровне. Представлен опыт построения индивидуальной образовательной траектории «Спортивная медицина» при обучении по программе специалитета «Лечебное дело» в Центре Алмазова.

Ключевые слова: спортивная медицина, образование, индивидуальная траектория.