

UDC 61

## Spatiotemporal Characteristics of Racing Skiers' Cardiac Electric Field at the Period of Ventricular Depolarization after Moderate and Submaximal Physical Load

<sup>1</sup>S.V. Strelnikova<sup>2</sup>N.I. Panteleeva<sup>3</sup>I.M. Roshchevskaya

<sup>1-3</sup>Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia  
24, Kommunisticheskaya street, Syktyvkar, 167982

**Abstract.** The contribution presents the results of the examination of cardiac electric field of 20 highly qualified racing skiers at the period of ventricular depolarization and 25 unexercised people at rest and during the recovery after physical load.

**Keywords:** cardiac electric field; racing skiers.

**Актуальность.** Внедрение в спортивную кардиологию новых методов исследования электрической активности сердца тренированного организма, такого как многоканальная регистрация электрических потенциалов сердца, позволит расширить представления о функциональных резервах, адаптационных механизмах работы сердца высококлассного лыжника-гонщика, адаптированного к специфическим особенностям и условиям тренировочной и соревновательной деятельности.

**Цель данной работы** – исследовать пространственно-временные характеристики электрического поля сердца лыжников-гонщиков при выполнении физической нагрузки разной мощности по сравнению с состоянием покоя.

**Методы.** Проведено исследование электрической активности сердца в период деполяризации желудочков у 20 лыжников-гонщиков высшей спортивной квалификации и 25 нетренированных лиц в состоянии покоя и при восстановлении после выполнения физических нагрузок (ФН) умеренной (первой) и субмаксимальной (второй) мощности на велоэргометре. Поверхностное картирование кардиоэлектрических потенциалов проводили с использованием многоканальной установки, разработанной под руководством академика РАН М.П. Рощевского от 64 униполярных отведений синхронно с ЭКГ во втором отведении от конечностей (ЭКГ<sub>II</sub>). Пространственно-временные характеристики электрического поля сердца (ЭПС) анализировали по эквипотенциальным моментным картам. Нормальность распределения значений определяли по критерию Шапиро – Уилка, при нормальном распределении значений анализ производили при помощи параметрического теста для независимых выборок и парного теста для различий «до – после». При непараметрическом распределении данных анализ проводили по непараметрическому критерию Манна – Уитни для независимых выборок, для зависимых выборок – по критерию Вилкоксона. Различия между выборками считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** В период восстановления после выполнения первой и второй ФН начало формирования ЭПС, характерного для периода деполяризации желудочков сердца, с четким формированием зоны положительных потенциалов в нижней  $2/3$  вентральной части торса и локализацией положительного экстремума на правой или левой окологрудной линии, области отрицательных потенциалов на верхней  $1/3$  вентральной и всей дорзальной части грудной клетки соответствовало периоду до появления зубца  $Q_{II}$  значительно позже, чем в состоянии покоя у спортсменов-лыжников на 1-й и 2-й минутах первого восстановления и 1–3-й минутах второго восстановления, тогда как у неспортсменов начало формирования ЭПС значительно позже по сравнению с покоем на каждой минуте первого и второго восстановления.

На восходящей части зубца  $R_{II}$  у всех обследованных людей происходила первая инверсия взаимного расположения зон положительных и отрицательных кардиопотенциалов. Начало первой инверсии характеризовалось смещением

положительного экстремума в лево-латеральную область к нижнему краю вентральной поверхности грудной клетки и перемещением отрицательного экстремума с дорзальной поверхности на вентральную в право-латеральном направлении. На 3-й минуте первого и каждой минуте второго восстановления после ФН у спортсменов начало первой инверсии происходило значительно позже, чем в состоянии покоя, у нетренированных людей время начала первой инверсии не отличалось с покоем после выполнения ФН.

После пика зубца  $R_{II}$  положительный и отрицательный экстремумы прекращали свое движение и локализовались в нижней части вентральной поверхности торса преимущественно на левых средне-грудинной и средне-лопаточной линиях; зона отрицательных потенциалов занимала наибольшую часть торса, а положительных – нижнюю  $1/3$  вентральной и леволатеральной поверхности у всех обследованных. Окончание первой инверсии взаимного расположения зон и экстремумов у спортсменов происходило значительно раньше, чем в состоянии покоя на 1-й и 2-й минутах второго восстановления, у спортсменов время конца второй инверсии значительно не отличалось от покоя при восстановлении.

Длительность первой инверсии взаимного расположения зон положительных и отрицательных кардиопотенциалов при восстановлении после выполнения ФН сократилась у всех обследованных: значимое у спортсменов на 1-й и 2-й минутах второго восстановления, у нетренированных лиц – на 2-й минуте второго восстановления.

В период нисходящей фазы зубцов  $R_{II}$  и  $S_{II}$  происходила вторая инверсия взаимного расположения зон и экстремумов положительных и отрицательных кардиопотенциалов. Положительный экстремум по нижней части торса смещался лево-латерально на дорзальную поверхность, отрицательный оставался на вентральной стороне. К концу второй инверсии зона положительных кардиопотенциалов занимала всю дорзальную и верхнюю  $1/3$  вентральной поверхности торса, положительных – нижние  $2/3$  вентральной поверхности. Локализация положительного экстремума к концу второй инверсии варьировала у всех обследованных лиц: у части людей положительный экстремум оставался в средней области дорзальной поверхности, у других – в верхней части на уровне правой и левой околопозвоночных линий или переходил в подключичную область вентральной поверхности торса. Время начала второй инверсии зон кардиопотенциалов у спортсменов при восстановлении значительно не изменилось по сравнению с покоем, у спортсменов на 2-й минуте первого и 1–3-й минутах второго восстановления было значительно раньше, чем в покое. Время окончания второй инверсии, напротив, у спортсменов по сравнению с покоем было значительно позже на 1–3-й минутах первого и 3-й минуте второго восстановления, и не отличалось у нетренированных лиц.

Длительность второй инверсии только у спортсменов на 1-й минуте восстановления после умеренной ФН была значительно больше, чем в покое, у спортсменов не наблюдали значимого изменения длительности второй инверсии.

Окончание формирования ЭПС, характерного для периода деполяризации желудочков сердца на 1-й минуте восстановления после выполнения первой ФН происходило значительно позже у спортсменов, у нетренированных лиц различия не выявлены.

Длительность ЭПС, характерного для периода деполяризации желудочков сердца при восстановлении после первой и второй ФН существенно не менялась по сравнению с покоем у людей обеих обследованных групп.

**Выводы.** Анализ пространственно-временных характеристик ЭПС в период деполяризации желудочков сердца у спортсменов и нетренированных лиц при восстановлении после выполнения умеренной и субмаксимальной ФН по сравнению с состоянием покоя позволил выявить:

1. По сравнению с состоянием покоя при ФН субмаксимальной мощности у спортсменов выявлены значимые различия во времени изменений пространственных характеристик ЭПС, чем на умеренную, тогда как у спортсменов они значительно менялись после воздействия как умеренной, так и субмаксимальной ФН.

2. Длительность ЭПС, характерного для периода деполяризации желудочков сердца, у спортсменов и неспортсменов не изменялась после воздействия ФН как умеренной, так и субмаксимальной мощности.

3. Длительность первой инверсии взаимного расположения зон положительных и отрицательных кардиопотенциалов сокращается после ФН субмаксимальной мощности у спортсменов преимущественно за счет более позднего начала первой инверсии, а у нетренированных лиц – за счет более раннего ее окончания по сравнению с состоянием покоя.

4. Длительность второй инверсии у спортсменов значимо увеличивалась по сравнению с покоем после выполнения умеренной ФН за счет ее более позднего окончания, у нетренированных лиц практически не изменялась.

УДК 61

**Пространственно-временные характеристики электрического поля сердца лыжников-гонщиков в период деполяризации желудочков после умеренной и субмаксимальной физической нагрузки**

<sup>1</sup> С.В. Стрельникова

<sup>2</sup> Н.И. Пантелеева

<sup>3</sup> И.М. Роцевская

<sup>1-3</sup> Коми научный центр Уральского отделения РАН, Россия

**Аннотация.** Проведено исследование электрического поля сердца в период деполяризации желудочков у 20 лыжников-гонщиков высшей спортивной квалификации и 25 нетренированных лиц в состоянии покоя и при восстановлении после выполнения физических нагрузок.

**Ключевые слова:** электрическое поле сердца; лыжники-гонщики.