

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ФУТБОЛИСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ МОНИТОРИНГОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.Н. МИНИНА*, А.Г. ЛАСТОВЕЦКИЙ**

**Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Таврическая Академия, пр-т Академика Вернадского, д. 4, г. Симферополь, Республика Крым, 295007, Россия*

***Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения, ул. Добролюбова, д. 11, г. Москва, 127254, Россия*

Аннотация. Чрезмерные физические и психоэмоциональные нагрузки при выполнении спортивных тренировок и достижений, а так же в условиях соревновательной экстремальной деятельности в сочетании с другими факторами риска, приводят к нарушениям деятельности миокарда, а иногда сердечно-сосудистым катастрофам. Даже если на спортивно-диспансерном очередном осмотре такие спортсмены признаны здоровыми и допущены к выполнению спортивной деятельности, то в тренировочном процессе необходимо осуществлять постоянный контроль за их текущим функциональным состоянием. Это предполагает формирование интегральных информативных маркеров сердечнососудистого функционирования, позволяющих рационально дозировать индивидуальную тренировочную нагрузку, на ранних стадиях выявлять реакцию миокарда на фоне регулярных спортивных занятий и оптимизировать функциональное тестирование сердечно-сосудистой системы у футболистов высокой квалификации. Осуществление периодического и персонифицированного наблюдения за спортсменами при анализе рисков составляющей возникновения дисфункции сердечной недостаточности в процессе тренировочной деятельности возможно реализовать с применением технологий телемедицинского кардиомониторирования. Практическая реализация данного направления медико-санитарной помощи сталкивается с рядом технологических проблем. Так, чувствительность и специфичность обычного электрокардиографического обследования в области функциональных пограничных состояний, недостаточно высоки, а его информативность незначительна. Так же при цифровой обработке ЭКГ-сигналов с локально-сосредоточенными признаками, имеющими диагностическую ценность, выявлена их нечувствительность к локальным изменениям структуры биосигнала. Для решения этих задач предлагается использование фазометрии кардиосигнала, позволяющей по определённым прогностическим признакам оценивать функциональное состояние спортсменов-футболистов высокой квалификации. Статья посвящена моделированию оптимизации прогностической оценки сердечной деятельности у футболистов высокой квалификации при кардиомониторировании на различных этапах тренировочного процесса с использованием фазометрии кардиосигнала и применением телемедицинских мониторинговых технологий. Внедрение телемедицинских технологий мониторинга функционального состояния в спортивную медицину позволит эффективно разрабатывать тренировочные методики и своевременно выявлять риск нарушения сердечной деятельности.

Ключевые слова: кардиомониторинг, преобразование в фазовом пространстве, одноканальная ЭКГ, спортсмены-футболисты.

OPTIMIZATION OF FUNCTIONAL TESTING OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AMONG FOOTBALLERS OF HIGH QUALIFICATION USING TELEMEDICAL MONITORING TECHNOLOGIES

E.N. MININA*, A.G. LASTOVETSKIY**

**Crimean Federal University named after V. Vernadsky, Acad. Vernadsky Ave., 4, Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia*

***Central Scientific-Research Institute of Organization and Informatization of Health, Dobrolyubov Str., 11, Moscow, 127254, Russia*

Abstract. Excessive physical and psycho-emotional stress in sports training and achievements, as well as in conditions of extreme competitive activity in combination with other risk factors leads to impaired myocardial activity and sometimes cardiovascular catastrophes. Despite the fact that at the sports dispensary regular examination such athletes are recognized as healthy and admitted to sports activities, but in the training process it is necessary to constantly monitor their current functional state. This suggests the formation of integral informative markers of cardiovascular functioning, which allow rational dosing of an individual training load, early detection of myocardial response against the background of regular sports and optimizing the functional testing of the car-

diovascular system among highly qualified football players. Periodic and personified monitoring of athletes during the analysis of the risk component of heart failure dysfunction during training activities can be implemented using telemedicine cardiac monitoring technologies. The practical implementation of this area of health care has a number of technological problems. So, the sensitivity and specificity of a conventional electrocardiographic examination in the field of functional borderline states doesn't high enough and its information content is insignificant. Digital processing of ECG signals with locally-concentrated features of diagnostic value revealed their insensitivity to local changes in the structure of the biosignal. To solve these problems, the authors propose the use of phase metering of a cardio-signal, which allows, using certain prognostic features, to evaluate the functional state of highly qualified football players. The article is devoted to modeling the optimization of the prognostic assessment of cardiac activity among highly qualified football players during cardio-monitoring at various stages of the calibration process using cardio-phase metering and telemedicine monitoring technologies. The introduction of telemedicine technologies for monitoring the functional state into sports medicine will allow to effectively developing training methods and timely identify the risk of heart failure.

Keywords: cardio-monitoring, phase space transformation, single-channel ECG, athletes-footballers.

Чрезмерные физические и психоэмоциональные нагрузки при выполнении спортивных тренировок и достижений, а так же в условиях экстремальной деятельности соревнований в сочетании с другими факторами риска, приводят к нарушениям деятельности миокарда, а иногда сердечно-сосудистым катастрофам.

В футболе, как и в любом другом виде спорта, формирование адаптационных резервов в процессе тренировки, особенно у лиц молодого возраста, зависят от физических и эмоциональных нагрузок. В этих условиях дебют предвестников нарушений сердечно-сосудистой системы сложно диагностируется, что не позволяет своевременно выявлять патологические процессы и проводить коррекцию на ранних доклинических стадиях. В этой связи наблюдение специалистов на тренировках за спортсменами приобретает особую роль и позволяет осуществлять тестирование индивидуальной нагрузки, на фоне которой выявляются нарушения сердечной деятельности [8]. При этом тренеру необходимо получать своевременную, объективную информацию о функциональном состоянии спортсмена на основе современных схем тестирования по различным компонентам функциональной подготовленности для уточнения программ построения тренировок и алгоритма их планирования в процессе отбора и формирования игроков перед матчем.

В современном футболе результат зависит от многих аспектов, включая технические, тактические, физические, физиологические и психологические факторы, а также наследственность, тренированность и состояние здоровья отдельных спортсменов. Диагностика функционального состояния футболистов позволяет проанализировать эти факторы по отдельным компонентам и использовать полученную информацию для составления индивидуальных профилей функционального состояния спортсменов и указать сильные и слабые их стороны. Такие результаты должны формировать основу для оптимального планирования стратегии тренировочных программ, отбора спортсменов и тактики ведения игрового поединка. В футболе игрокам не требуется иметь экстраординарные величины показателей по отдельным факторам функциональной подготовленности, а нужно рационально развивать их комбинацию с учетом индивидуальной склонности. Однако необходимо учитывать, что без минимально достаточного уровня функциональной подготовленности по каждому из этих компонентов игрок не сможет выполнять свои функции на поле на надлежащем уровне. Даже если на спортивно-диспансерном очередном осмотре такие спортсмены признаны здоровыми и допущены к выполнению спортивной деятельности, то в тренировочном процессе необходимо осуществлять постоянный контроль за их текущим функциональным состоянием.

Всё это предполагает формирование интегральных информативных маркеров сердечно-сосудистого функционирования, позволяющих рационально дозировать индивидуальную тренировочную нагрузку, на ранних стадиях выявлять реакцию миокарда на фоне регулярных спортивных занятий и оптимизировать функциональное тестирование сердечно-сосудистой системы у футболистов высокой квалификации [1-4, 12, 13].

Осуществление периодического и персонифицированного наблюдения за спортсменами при анализе рискованной составляющей возникновения дисфункции сердечной недостаточности в процессе их профессиональной деятельности возможно реализовать с применением технологий телемедицинского кардиомониторинга. Практическая реализация данного направления медико-санитарной помощи сталкивается с рядом технологических проблем. Так, чувствительность и специфичность обычного электрокардиографического обследования в области функциональных пограничных состояний, недостаточно высоки, а его информативность незначительна. Так же при цифровой обработке ЭКГ-сигналов с локально-сосредоточенными признаками, имеющими диагностическую ценность, выявлена их нечувствительность к локальным изменениям структуры биосигнала [5-7, 11].

Для решения этих задач предлагается использование фазометрии кардиосигнала одноканальной ЭКГ, позволяющей по определённым прогностическим признакам оценивать функциональное состояние спортсменов-футболистов высокой квалификации [9, 10].

Цель исследования – моделирование оптимизации прогностической оценки сердечной деятельности у футболистов высокой квалификации кардиомониторирования на различных этапах тренировочного процесса с использованием фазометрии кардиосигнала и применением телемедицинских мониторинговых технологий.

Материалы и методы исследования. Обследование проводилось на спортивной базе футбольного клуба «Таврия» и факультете физической культуры и спорта Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

В полевых условиях было обследовано 25 спортсменов, среди них 3 нападающих, 2 вратаря, 12 полузащитников, 8 защитников. Точное определение функциональной подготовленности с использованием комплекса нагрузок максимального и умеренного характера проводили с использованием дистанционного быстродействующего газоанализатора – мобильной эргоспирометрической системы *Oxycan Mobile (Jaeger)* и *MetaMax 3B (Cortex)*. Частоту сердечных сокращений и время физической работы каждого из спортсменов определяли с применением дистанционного пульсометра «Polar» (Финляндия).

Во время теста футболист выполнял постоянный челночный бег или ходьбу между двумя маркерами (линиями или фишками), которые находятся на расстоянии 20 метров одна от другой (рис. 2).

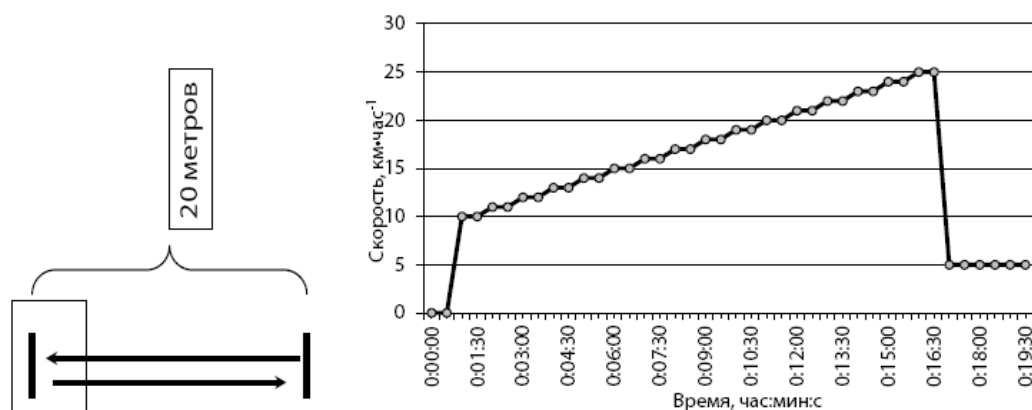


Рис. 1. Схема проведения челночного теста

В отдельных фазах и модификациях теста устанавливаются дополнительные фишки. Темп скорости бега задается и контролируется предварительно записанными аудиосигналами. Выполнение теста считается законченным, если спортсмен дважды не успевает до следующего маркера по сигналу. После этого испытуемый переходит в фазу восстановления.

Продолжительность теста от 10 до 15 минут в зависимости от индивидуального времени прохождения фазы максимальной нагрузки. Программа тестирования проводилась в следующей последовательности и с использованием следующих фаз тестирования:

- 1) 1 минута в состоянии покоя в положении стоя;
- 2) 5-15 минут ступенчато возрастающий челночный непрерывный бег, начиная со скоростью 10 км·час⁻¹ + 0,5 км·час⁻¹ каждую минуту;
- 3) 3 минуты челночная ходьба со скоростью 5 км·час⁻¹ (восстановление) (рис. 1).

Регистрацию и анализ графической иллюстрации структуры биосигнала, полученного преобразованием одноканальной ЭКГ в фазовом пространстве проводили с помощью программно-технического комплекса ФАЗАГРАФ®, в котором реализована оригинальная информационная технология обработки электрокардиосигнала в фазовом пространстве с использованием идей когнитивной компьютерной графики и методов автоматического распознавания образов [11] (рис. 2).

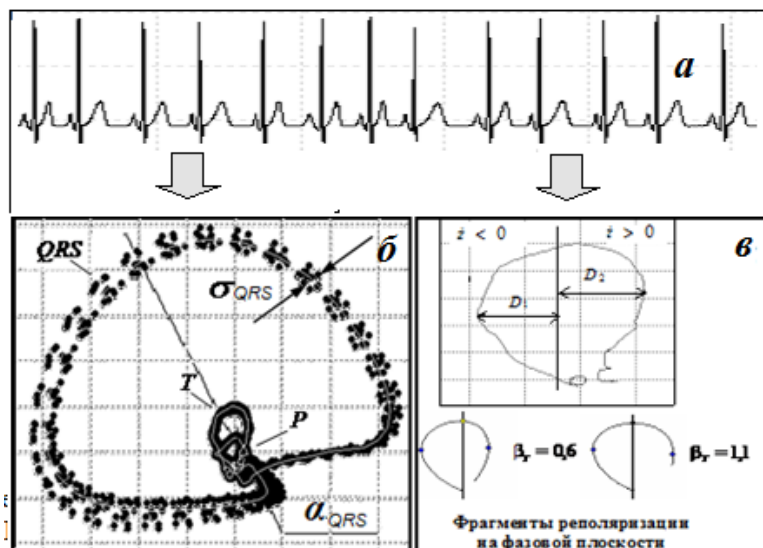


Рис. 2. Этапный алгоритм обработки ЭКГ: исходная ЭКГ (а); ее фазовая траектория – фазовая графическая иллюстрация (б); участок фазовой графической иллюстрации, соответствующий зубцу Т одноканальной ЭКГ и принцип определения его симметричности

Анализировали параметры фазовой графической иллюстрации: симметрию фазовой иллюстрации, соответствующей зубцу T одноканальной ЭКГ (βT , ед) (рис.1 в).

Исследование физической работоспособности у футболистов 19-20 лет и контрольной группы проводили на велоэргометре ВЭ-02 с помощью двуступенчатого теста. Дозирование величины воздействия физической нагрузки осуществляли с использованием номограммы В.Л. Карпмана [8]. Далее определяли физическую работоспособность, отнесенную к массе тела ($PWC170$, кгм/мин /кг). Дополнительно так же осуществляли ступенчато-возрастающую нагрузку.

Респираторная тренировка выполнялась при помощи специального устройства, основанного на использовании дополнительного резистивного сопротивления и обратного дыхания, строился в соответствии с основными принципами тренировок дыхания [6]. Техническое решение позволяло регулировать дыхание, обеспечивая возможность использования в процессе тренировки активных корректирующих факторов, таких как изменение ритма и частоты дыхания, содержания кислорода и углекислого газа во вдыхаемом воздухе, уровня сопротивления дыхания на вдохе и на выдохе. Спортсмены выполняли программу респираторной коррекции в межсоревновательный период в течение 10 дней. Продолжительность респираторного воздействия составляла от 5 до 7 минут в три подхода. Нагрузочные дыхательные пробы подбирались индивидуально.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили с помощью программного пакета *STATISTICA 6.0* (StatSoft, Inc., USA). Оценки расхождения распределений признаков проводились с помощью критерия согласия Колмогорова-Смирнова. Достоверность различий между одноименными показателями в независимых выборках оценивали с помощью непараметрического U -критерия *Mann-Whitney*. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Состояние кардиореспираторной системы является интегративным показателем адапционно-приспособительной деятельности организма. Как известно, между органами дыхания и сердечно-сосудистой системой существует тесная анатомическая и функциональная взаимосвязь. Изменения одной системы ведут к изменениям другой, имея в основе компенсаторный характер, направленный на сохранение постоянства внутренней среды организма. В тех случаях, когда действующий фактор превышает адаптационные возможности кардиореспираторной системы, возникает патологический процесс, включающий как функциональные, так и структурные нарушения. При этом в процессе тренировочной деятельности организму спортсмена приходится адаптироваться к целому комплексу неадекватных внешних условий, которые могут существенно повлиять на его резервные возможности и устойчивость к различным заболеваниям.

Изменение процессов реполяризации, количественно выраженные ростом показателя симметрии зубца T , отражает пороговую способность миокарда потреблять кислород и может быть выражено уравнением линейной регрессии МПК $\text{мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-0,75} = 210 - 60 * \beta T$.

В результате полученных данных была рассчитана таблица значений (табл. 1), позволяющая экспресс-методом определить уровень функциональной подготовленности спортсмена-футболиста, например в ампула защитник и полузащитник к участию в соревнованиях.

Таблица 1

Таблица определения уровня функциональной подготовленности по показателю симметрии зубца T

Значения показателя симметрии зубца T	Значения МПК	Характеристика функциональной подготовленности
≥ 0,82	≤ 173 мл·мин ⁻¹ ·кг ^{-0,75}	низкий уровень
0,66-0,82	174-183 мл·мин ⁻¹ ·кг ^{-0,75}	средний уровень
0,50-0,65	184-192 мл·мин ⁻¹ ·кг ^{-0,75}	как выше среднего
≤ 0,5	≥ 193 мл·мин ⁻¹ ·кг ^{-0,75}	высокий уровень

Так же динамика показателя βT позволяет количественно проанализировать соответствие нагрузки возможностям спортсмена выполнять функции в режиме прироста нагрузочных тестов.

Исследование изменения показателя βT при ступенчато-возрастающей нагрузке установили, что в группах юношей с разным уровнем тренированности и адаптационных резервов зафиксированы различные показатели его прироста (табл. 2).

Из табл. 2 следует, что показатель βT в контрольной группе, не занимающихся спортом, как в покое, так и на каждой ступени нагрузочного теста и в периоде восстановления значительно ($p < 0,05$) превышали показатели группы спортсменов-футболистов, а по окончании теста увеличился в среднем в 1,5 раза ($p < 0,01$).

Таблица 2

Динамика изменения показателей функционального резерва миокарда в группах юношей-футболистов 19-20 лет с разным уровнем адаптационных резервов, ($\bar{x} \pm Sx$), $n=93$

Показатели / группа	Условия						
	покой	50 Вт	100 Вт	150 Вт	200 Вт	восстановление	
ЧСС, уд/мин	к	71,5±3,1	83,0±2,9	97,0±3,5	134,1±3,2	174±3,1	111,4±3,2
	ф	58,7±3,5*	63,4±3,1*	73,5±2,1**	90,1±2,5**	126,3±3,5**	69,6±2,1**
βT , ед	к	0,69±0,04	0,72±0,04	0,79±0,05	0,87±0,08	0,99±0,04	0,89±0,05
	ф	0,62±0,09*	0,65±0,09*	0,67±0,09*	0,72±0,08*	0,80±0,05**	0,69±0,07*

Примечание: к – контрольная группа не спортсменов, ($n=43$), ф- спортсмены-футболисты, ($n=50$), * – различия показателей достоверны по сравнению контрольной группой: * – ($p < 0,05$); ** – ($p < 0,01$)

Количественная оценка возникновения риска на фоне перенапряжения и утомления у каждого конкретного спортсмена в команде футболистов 19-20 лет и создание возможных изменений показателей в межсоревновательный период проанализирована по показателю βT (табл. 3). В таблице представлен показатель βT в покое и после стандартной нагрузки до и после проведенных в течении 10 тренировочных дней реабилитационных процедур.

Таблица 3

Изменения показателя симметрии зубца T (βT) у спортсменов 19-20 лет в различные периоды спортивной деятельности в покое и после стандартной нагрузки, ($\bar{x} \pm Sx$), $n=25$

Условия	Покой	После тренировочной нагрузки
В конце соревновательного периода до реабилитации	0,75±0,04	0,88±0,03**
После реабилитации в межсоревновательный период	0,59±0,02	0,73±0,032*
Достоверность (1-2)	$p < 0,01$	$p < 0,05$

Примечание: * – различия показателей достоверны по сравнению с покоем ($p < 0,05$)

Снижение значения βT после реабилитации так же сопровождалось у исследуемых ростом МПК/кг на 6,5 мл/мин/кг ($p < 0,05$).

Использование функциональных тестов, которые существуют в мировой практике, включает в себя два основных вида обследований – лабораторное и полевое (включает в себя, но не ограничено педагогическим тестированием). Невозможно четко определить, каким из этих двух видов можно отдать большее преимущество. Необходимым для планирования подготовки является проведение обоих видов тестирования с использованием достоверных, стандартизированных и высокоинформативных функциональных тестов, которые должны проводиться высококвалифицированными специалистами.

Программы тренировок, эффективность которых нужно оценить, должны быть по продолжительности как минимум 8-12 недель для того чтобы успели пройти соответствующие структурные и функциональные адаптации, поскольку короткие программы тренировок (6-8 недель) не всегда вызывают существенные изменения в состоянии физиологических функций (M. Svensson et al., 2005). Предлагается оптимизировать функциональное тестирование футболистов при оценке сердечно-сосудистой системы фазометрическим исследованием кардиосигнала, характеризующимся прогностической значимостью и информативностью при минимальных изменениях функционирования организма (рис. 3).

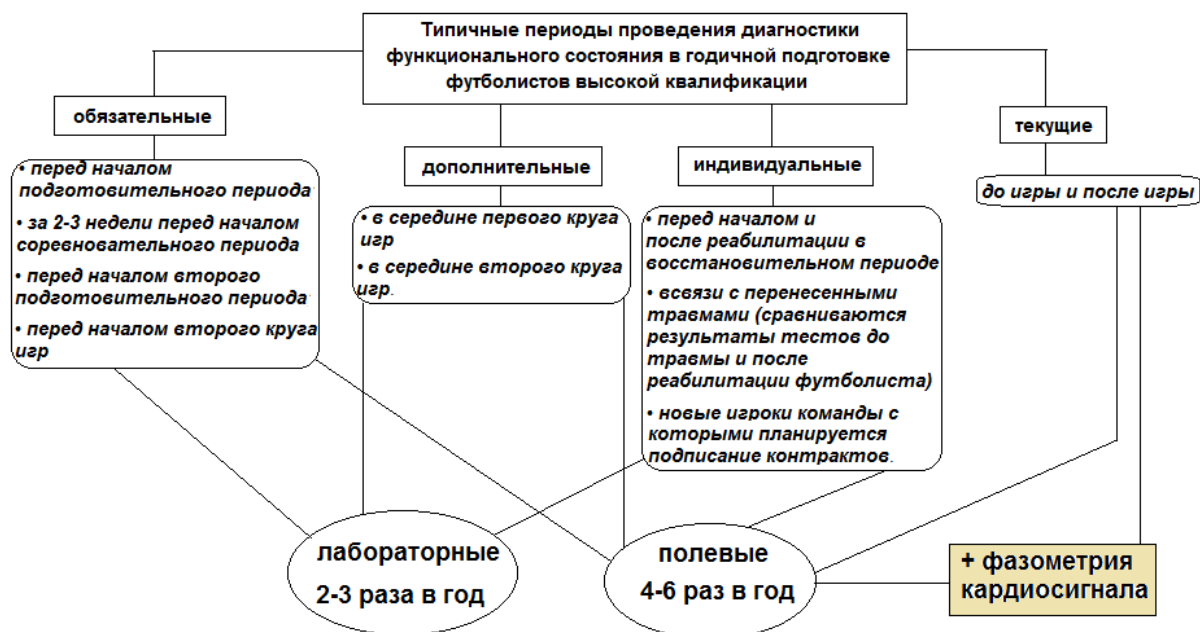


Рис. 3. Схема оптимизации функционального тестирования сердечно-сосудистой системы у футболистов с учётом различных периодов

Важно отметить, что обязательным условием проведения тестирования является наличие современного и надежного оборудования, а увеличение частоты тестирования снижает риск перетренированности спортсменов и их травматизма. Предложенная модель функционального тестирования сердечно-сосудистой системы с применением фазометрии кардиосигнала и систем телемедицинского мониторинга позволила информативно оценивать измеряемые параметры и корректировать тренировочные программы в процессе тренировочной деятельности.

Таким образом, для оптимизации контроля за функциональным состоянием спортсменов-футболистов высокой квалификации необходимо осуществлять решение следующих задач:

1. Оперативная регистрация ЭКГ-сигнала на футбольном поле
2. Оцифровка и распознавание структуры и ритма биосигнала миокарда с применением вычислительных алгоритмов
3. Повышение информативности оценки качества ЭКГ-сигнала при дополнительном анализе скорости биосигнала в фазовой плоскости
4. Мобильная передача полученных результатов квалифицированным специалистам для осуществления заключения по легитимным каналам передачи биомедицинских данных, их архивация и создание баз данных

Внедрение телемедицинских технологий мониторинга функционального состояния в спортивную медицину позволит эффективно разрабатывать тренировочные методики и своевременно выявлять риск нарушения сердечной деятельности.

Выводы:

1. У спортсменов-футболистов установлено, что с увеличением симметрии зубца T в покое показатель максимального потребления кислорода проявлял тенденцию к снижению. Рассчитана таблица значений, позволяющая экспресс-методом определять уровень функциональной подготовленности спортсмена-футболиста и его готовность к спортивным состязаниям.
2. Снижение значения βT после реабилитации сопровождалось у исследуемых ростом физической работоспособности, что свидетельствовало о необходимости применения технологий наблюдения за спортсменами, которые снижают риск возникновения нарушения сердечнососудистой системы и определяют её более частое измерение.
3. Фазометрия кардиосигнала позволяет оптимизировать функциональное тестирование сердечно-сосудистой системы футболистов высокой квалификации с учётом различных периодов спортивной деятельности.

Литература

1. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Филатов М.А. COMPLEXITY – особый тип биомедицинских и социальных систем // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т.20, № 1. С. 17–22.
2. Костродымов Н.Н., Разумов А.Н., Володин В.Д. Инновационный потенциал кардиологии – в практику. В сборнике: Интеграционные процессы мирового научно-технологического развития. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. 2017. С. 104-110.
3. Ластовецкий А.Г. Методические подходы к формированию индикаторов в здравоохранении // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2013. № 2. С. 35–39.
4. Ластовецкий А.Г., Пацукова Д.В. Рисксовая составляющая оценки здоровья лиц и прогноз наступления сосудистых катастроф старших возрастных групп с использованием логистической модели как фактор восстановительных мероприятий // Вестник восстановительной медицины. 2013. №2(54). С. 86–90.
5. Минина Е.Н., Ластовецкий А.Г. Особенности прогнозирования эффективности функционирования кардиогемодинамики с учётом линейных и хаотических режимов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. №2. Публикация 2-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-2/2-1.pdf> (дата обращения: 02.03.2018). DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15994
6. Минина Е.Н., Файнзильберг Л.С. Фазовый портрет одноканальной ЭКГ в оценке функциональных резервов сердечно-сосудистой системы // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 3. С. 22–27.
7. Минина Е.Н., Файнзильберг Л.С. Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы по совокупности признаков фазового портрета одноканальной ЭКГ // Российский кардиологический журнал. 2015. Т. 12 (128). С. 7–13.
8. Михайлова А.В., Смоленский А.В. Перенапряжение спортивного сердца // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2009. № 12 (72). С. 26–32.
9. Разумов А.Н. Основы и пути формирования системы охраны здоровья здорового человека в Российской Федерации // Актуальные вопросы восстановительной медицины. 2004. №2. С. 4–11.
10. Стародубов В.И., Иванова А.Е. Анализ изменений и прогноз смертности населения в связи с мерами демографической политики // Социальные аспекты здоровья населения. 2009. Т. 9. № 1. С. 1.
11. Файнзильберг Л. С. Компьютерная диагностика по фазовому портрету электрокардиограммы. К.: Образование Украины, 2013. 190 с.
12. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Буров И.В., Филатова О.Е., Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 1. С. 15–18.
13. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Фудин Н.А., Кожемов А.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры. 2013. № 9. С. 87–93.

References

1. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Filatov M.A. SOMPLEXITY – osobyy tip biomeditsinskikh i sotsial'nykh system [SOMPLEXITIS - a special type of biomedical and social systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013; 20(1):17-22. Russian.

2. Kostrodymov NN, Razumov AN, Volodin VD. Innovatsionnyy potentsial kardiologii – v praktiku [Innovative potential of cardiology - in practice]. V sbornike: Integratsionnye protsessy mirovogo nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya. Sbornik nauchnykh trudov pomaterialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2-kh chastyakh. Pod obschey redaktsiyey EP Tkachevoy. 2017:104-10. Russian.
3. Lastovetskiy AG. Metodicheskie podkhody k formirovaniyu indikatorov v zdravookhraneni [Methodical approaches to the formation of indicators in health care]. Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik. 2013;2:35-9. Russian.
4. Lastovetskiy AG, Patsukova DV. Riskovaya sostavlyayushchay otsenki zdorov'ya lits i prognoz nastupleniya sosudistyykh katastrof starshikh vozrastnykh grupp s ispol'zovaniem logisticheskoy modeli kak faktor vosstanovitel'nykh meropriyatiy [Risk component of health assessment and prediction of a set of catastrophes of older age groups using the logistic model as a factor of viable measures]. Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny. 2013;2(54):86-90. Russian.
5. Minina EN, Lastovetskiy AG. Osobennosti prognozirovaniya effektivnosti funktsionirovaniya kardiogemodinamiki s uchedom lineynykh i khaoticheskikh rezhimov [Peculiarities of predicting the effectiveness of the functioning of cardiohemodynamics taking into account linear and chaotic regimes]. Vestnikovykhmeditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2018 [cited 2018 Mar 02];2 [about 6 p.]. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-2/2-1.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15994. Russian.
6. Minina EN, Faynzil'berg LS. Fazovyy portret odnokanal'noy EKG v otsenke funktsional'nykh rezervov serdechno-sosudistoy sistemy [Phase portrait of a single-channel ECG in the evaluation of functional reserves of the cardiovascular system]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(3):22-7. Russian.
7. Minina EN, Faynzil'berg LS. Analiz funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy po sovokupnosti priznakov fazovogo portreta odnokanal'noy EKG [Analysis of the functional state of the cardiovascular system by the combination of signs of the phase portrait of a single-channel ECG]. Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal. 2015;12(128):7-13. Russian.
8. Mihajlova AV, Smolenskij AV. Perenaprjazhenie sportivnogo serdca [Overexertion of a sports heart]. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2009;12 (72):26-32. Russian.
9. Razumov AN. Osnovy i puti formirovaniya sistemy okhrany zdorov'ya zdorovogo cheloveka v Rossiyskoy Federatsii [Fundamentals and ways of forming a system for protecting the health of a healthy person in the Russian Federation]. Aktual'nye voprosy vosstanovitel'noy meditsiny. 2004;2:4-11. Russian.
10. Starodubov VI, Ivanova AE. Analiz izmeneniy i prognoz smertnosti naseleniya v svyazi s merami demograficheskoy politiki [The analysis of changes and the forecast of death rate of the population in connection with measures of a demographic policy]. Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya. 2009;9(1):1. Russian.
11. Faynzil'berg LS. Komp'yuternaya diagnostika po fazovomu portretu elektrokardiogrammy [Computer diagnostics on the phase portrait of the electrocardiogram]. Kiev: Obrazovanie Ukrainy; 2013. Russian.
12. Hadarcev AA, Es'kov VM, Burov IV, Filatova OE. Osnovy bioinformatsionnogo analiza dinamiki mikrohaoticheskogo povedeniya biosistem [Fundamentals of bioinformation analysis of the dynamics of microchaotic behavior of biosystems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;1:15-8. Russian.
13. Hadarcev AA, Nesmejanov AA, Es'kov VM, Fudin NA, Kozhemov AA. Principy trenirovki sportsmenov na osnove teorii haosa i samoorganizatsii [The principles of training athletes based on the theory of chaos and self-organization]. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2013;9:87-93. Russian.

Библиографическая ссылка:

Минина Е.Н., Ластовецкий А.Г. Оптимизация функционального тестирования сердечно-сосудистой системы у футболистов высокой квалификации с применением телемедицинских мониторинговых технологий // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №5. Публикация 3-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-5/3-3.pdf> (дата обращения: 23.09.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16524.*

Bibliographic reference:

Minina EN, Lastovetskiy AG. Optimizatsiya funktsional'nogo testirovaniya serdechno-sosudistoy sistemy u futbolistov vysokoy kvalifikatsii s primeneniem telemeditsinskikh monitoringovykh tekhnologiy [Optimization of functional testing of the cardiovascular system among footballers of high qualification using telemedical monitoring technologies]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2019 [cited 2019 Sep 23];5 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-5/3-3.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16524.

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-5/e2019-5.pdf>