

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ
ФАЗОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА
В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВА У СПОРТСМЕНОВ

Е.Н. МИНИНА*, А.Г. ЛАСТОВЕЦКИЙ**

*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Таврическая Академия,
проспект 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. Отражая особенности компенсаторно-приспособительного процесса адаптации к физической нагрузке количественная характеристика электрической активности сердца по общепринятым критериям у спортсменов часто находится в пределах физиологических значений нормы и мало пригодна для дифференцированного оценивания особенностей механизмов регуляции. Для решения задачи ранней диагностики снижения функциональных резервов у спортсменов может явиться определение скоростных показателей электрической активности сердца, как наиболее информативных. **Цель исследования** – определить диагностическую информативность фазографических показателей электрической активности сердца в оценке функционального резерва у спортсменов. **Материалы и методы исследования.** Всего было обследовано 229 юношей возраста спортивной зрелости (19-21 лет), разделённые на две группы. В группу квалифицированных спортсменов вошли 131 спортсмен (стаж занятий спортом не менее 10 лет) с квалификацией кандидат в мастера спорта, мастер спорта (футбол, бокс). Группу контроля составили 98 здоровых юношей 1 группы здоровья, не ведущих систематическую спортивную деятельность. **Результаты и их обсуждение.** Проведённые исследования выявили, что рост физической работоспособности и адаптационного потенциала у спортсменов обеспечивался экономизацией функций кардиореспираторной системы в среднем на 30% по показателям удельной физиологической стоимости выполняемой физической нагрузки, что приводило к увеличению коэффициента эффективности миокарда более 60%. Сравнительный анализ фазографических скоростных показателей электрической активности сердца установил достоверные их различия у спортсменов с высоким уровнем функциональных резервов и группы контроля. С помощью ROC-анализа была определена их чувствительность и специфичность, а так же пороговые решающие правила высокого уровня функциональных резервов миокарда. Так же выявлено, что вклад каждого из четырёх изучаемых показателей в окончательное решение классификации уровня функциональных резервов миокарда не равнозначен. С применением метода множественной бинарной логистической регрессии получен алгоритм для классификации уровня миокардиальных резервов с учётом вклада каждого фазографического показателя. **Заключение:** Показано, что оценка уровня функционального резерва квалифицированных спортсменов информативно осуществляется на основе разработанных алгоритмов с применением фазографических скоростных показателей электрической активности сердца.

Ключевые слова: функциональные резервы, фазографические скоростные показатели, электрическая активность сердца

DETERMINATION OF DIAGNOSTIC INFORMATIVITY OF PHASOGRAPHIC INDICATORS
OF ELECTRIC ACTIVITY OF THE HEART IN THE ASSESSMENT OF FUNCTIONAL RESERVE
IN ATHLETES

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

*Crimean Federal University named after V. Vernadsky,
prospect Akademika Vernadskogo 4, Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia

**Central scientific-research Institute of organization and Informatization of health,
Dobrolyubova street, 11, Moscow, 127254, Russia

Abstract. Reflecting the features of the compensatory-adaptive process of adaptation to physical activity, the quantitative characteristic of the heart electrical activity according to generally accepted criteria in athletes is often within the physiological values of the norm and is not very suitable for the differentiated assessment of the regulation mechanisms' features. To solve the problem of early assessment of dysfunctional remodeling of the myocardium in athletes, the determination of the speed indicators of the heart electrical activity, as the most informative, may appear. It is shown that the assessment of the level of the functional reserve of qualified athletes

is informatively carried out on the basis of the developed algorithms with the use of phasographic speed indicators of the heart electrical activity. The conducted studies revealed that the growth of physical working capacity and adaptive potential in athletes was provided by the economization of the functions of the cardiorespiratory system by an average of 30% in terms of the specific physiological cost of the performed physical activity, which led to an increase in the efficiency coefficient of the myocardium by more than 60%. Comparative analysis of phasographic speed indicators of the heart electrical activity established their significant differences in athletes with a high level of functional reserves and the control group. Using ROC-analysis, their sensitivity and specificity were determined, as well as threshold decision rules for a high level of myocardial functional reserves. It was also revealed that the contribution of each of the four studied indicators to the final decision on the classification of the level of myocardial functional reserves is not equivalent. Using the method of multiple binary logistic regression, an algorithm was obtained for classifying the level of myocardial reserves, taking into account the contribution of each phasographic indicator.

Key words: functional reserves, phasographic speed indicators, electrical activity of the heart.

Отражая особенности компенсаторно-приспособительного процесса адаптации к физической нагрузке количественная характеристика электрической активности сердца по общепринятым критериям у спортсменов часто находятся в пределах физиологических значений нормы и мало пригодна для дифференцированного оценивания особенностей механизмов регуляции [1, 2]. При этом рисковая составляющая в спортивной деятельности достаточно велика, особенно в случаях внезапной смерти и сердечно-сосудистых катастроф [9, 11, 14]. Актуальным подходом предотвращения негативных ситуаций при занятиях спортом является оперативный мониторинг качества адаптации организма спортсмена к предъявляемым интенсивным нагрузкам [10, 12, 13].

Решением задачи ранней диагностики снижения функциональных резервов у спортсменов может явиться определение скоростных показателей электрической активности сердца, как наиболее информативных [4, 5]. Как известно первая стадия модификации скорости электровозбудительного процесса характеризуется только изменением скорости электрической активности сердца и соотношением де- и реполяризации. При этом изменение скоростных характеристик *электрической активности сердца* (ЭА) запускает механизм электромагнитных и биоэлектрических реакций в кардиомиоцитах, а масса и геометрия миокарда в этот период остаются неизменными [3].

Метод оценки функциональных резервов, предлагаемый в данном исследовании, на основе цифровых технологий регистрирует и анализирует электрическую активность в реальный момент времени с графическим отображением в фазовом пространстве координат зависимости между амплитудой и скоростью изменения электропотенциала во времени. В результате были получены новые признаки фазовой графической иллюстрации, характеризующие скоростные особенности электрической активности сердца, а именно симметричность зубца *T*, разброс траекторий и угол наклона фазовой графической иллюстрации, показатель соотношения площади петель *T* и комплекса *QRS* [6-8].

Цель исследования – определить диагностическую информативность фазографических показателей электрической активности сердца в оценке функционального резерва у спортсменов.

Материалы и методы исследования. Всего было обследовано 229 юношей возраста спортивной зрелости (19-21 лет), разделённые на две группы. В группу *квалифицированных спортсменов* (КС) вошли 131 спортсмен (стаж занятий спортом не менее 10 лет) с квалификацией кандидат в мастера спорта, мастер спорта (футбол, бокс). *Группу контроля* (К) составили 98 здоровых юношей 1 группы здоровья, не ведущих систематическую спортивную деятельность. Группы исследуемых формировались по результатам диспансерного наблюдения и на основании отсутствия соматических заболеваний, не ранее чем 24 часа после тренировки. Критерии включения составили: отсутствие жалоб на момент исследования, изменений на ЭКГ покоя и в нагрузке, соматических заболеваний по данным диспансеризации, острых инфекционных заболеваний в течение 3-х недель до исследования. Критериями исключения являлись наличие: морфологических изменений (гипертрофия миокарда и малые аномалии развития сердца), острых инфекционных заболеваний в течение 3-х недель до исследования, соматических заболеваний по данным диспансеризации.

У всех обследуемых были соответствующие возрасту массо-ростовые показатели, гармоничное или умеренно дисгармоничное физическое развитие (при использовании процентильных таблиц, что включает в себя возрастной и антропометрический межквартильный размах). Так же отсутствовали жалобы на момент исследования и патологические изменения на ЭКГ покоя. У всех обследованных лиц исследован анамнез, проведено физикальное обследование, регистрировалась одноканальная ЭКГ с использованием инновационной технологии компьютерной цифровой обработки кардиосигнала в фазовой плоскости с получением графической иллюстрации и усреднённого кардиоцикла. У обследованных спортсменов проводилось исследование ЭКГ с применением нагрузочного тестирования и в восстановительном периоде.

Обследования спортсменов, а так же лиц контрольной группы выполнены в светлый промежуток времени в 11.00 - 13.00 часов.

Регистрацию и анализ усреднённого 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 (рис.1.) QRS [6, 7]. Кроме того использована цифровая обработка полученных данных и метод визуализации на плоскости. Осуществлялась запись с целью учёта фазовой графической иллюстрации и фазового усреднённого кардиоцикла одноканальной ЭКГ.

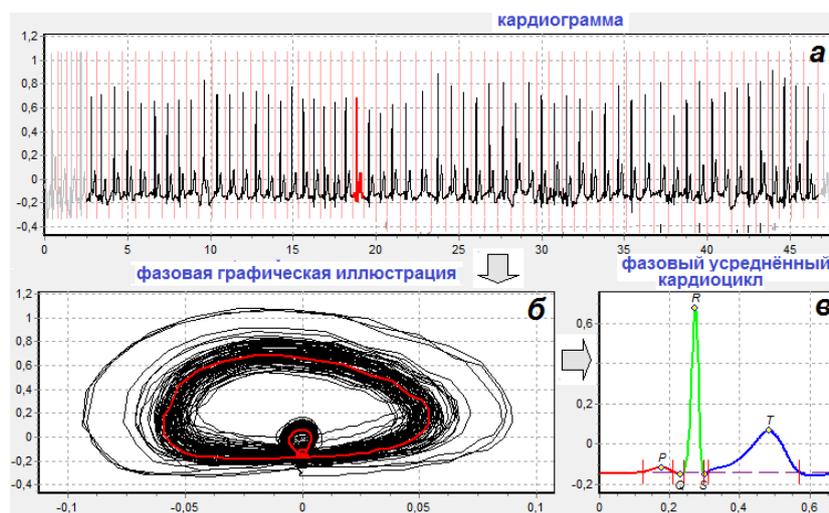


Рис. 1. Последовательность этапов обработки ЭКГ: исходная ЭКГ (а); ее фазовая траектория – фазовая графическая иллюстрация (б); фазовый усреднённый кардиоцикл (в)

При *велозергометрии* (ВЭМ) оценивали физическую работоспособность (кгм/мин) по методике В. Л. Карпмана с соавт. (1974).

Исследование системы кровообращения проводили методом тетраполярной грудной реографии по Кубичеку, с помощью метода импедансной реографии при помощи прибора *Reo Com Standart*. *Внешнюю работу миокарда* (ВРМ, усл.ед.), *индекс напряжения миокарда* (ИНМ, усл.ед), *коэффициент эффективности миокарда* (КЭМ, усл.ед.) получали расчётным способом (Елфимов А.И., 2001), адаптационный потенциал по А.Р. Баевскому. Исследование функций внешнего дыхания проводили с использованием спирографического метода с помощью прибора «СпироТестРС» (г. Жуковский). Электрокардиографическое исследование с применением 12-канального компьютерных ЭКГ-комплексов «*Cardiolife*».

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 $p < 0,05$.

Для анализа полученных данных применяли методы математической статистики, анализ диагностической эффективности показателей *фазовой графической иллюстрации* (ФГИ) осуществлялось с помощью *ROC*-анализа. Классифицирующую способность моделей сравнивали между собой по интегральному индексу Юдена.

Результаты и их обсуждение. Функциональный резерв определяется способность увеличивать объём выполняемой нагрузки. Проведённые исследования показали, что в группе юношей показатель *максимального потребления кислорода* МПК/кг был меньше в среднем на 12,5 мл/мин/кг ($p < 0,001$). Показатель *адаптационного потенциала* (АП) характеризовал деятельность системы кровообращения в группе спортсменов как более эффективные, относительно значений в группе юношей на 11,6% ($p < 0,001$).

Рост физической работоспособности и адаптационного потенциала у спортсменов обеспечивался экономизацией функций кардиореспираторной системы в среднем на 30% по показателям удельной физиологической стоимости выполняемой физической нагрузки (пульсовая стоимость, уд/Вт, минутнообъёмная стоимость кровообращения, мл/мин/Вт; респираторная стоимость, цикл/Вт; кислородная стоимость, мл/Вт), что приводило к увеличению коэффициента эффективности миокарда более 60% (рис. 2., рис.3).

Таким образом, выполнение физической нагрузки на определённой частоте сердечных сокращений обеспечивалось у спортсменов более совершенными механизмами адаптации, а в связи с высоким уровнем функционирования системы кровообращения у юношей контрольной группы энергетические траты, связанные с осуществлением насосной функции миокардом в этой группе были наибольшими, а функциональные резервы наименьшими.

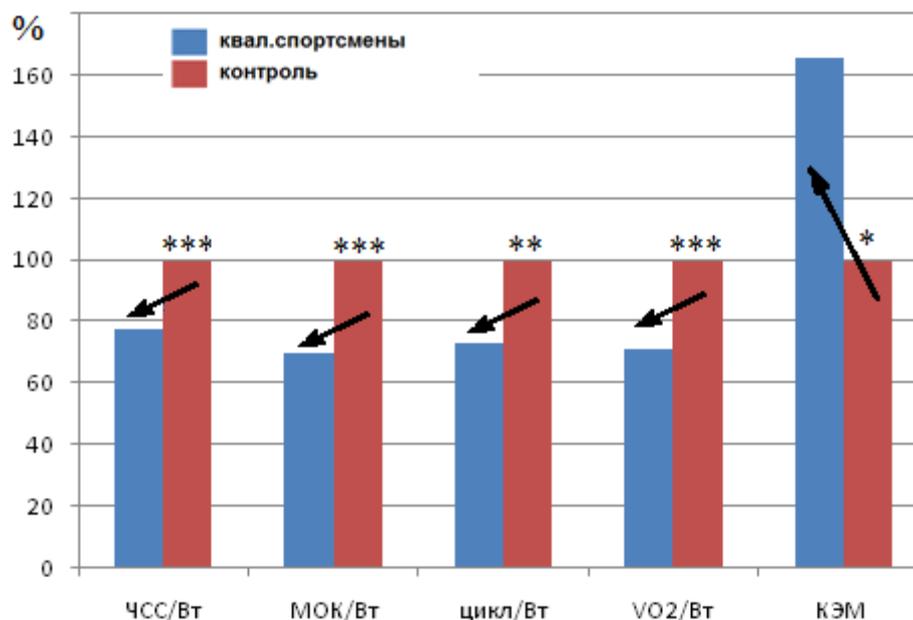


Рис. 2. Показатели удельной физиологической стоимости выполняемой физической нагрузки и коэффициента эффективности миокарда (КЭМ) в группах сравнения

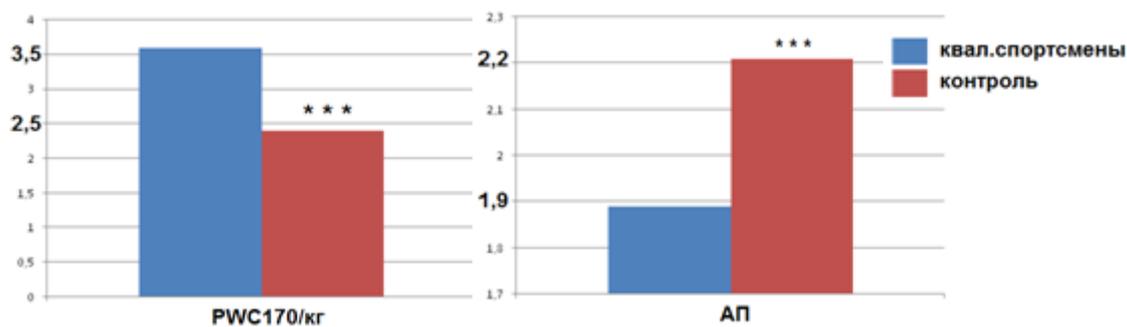


Рис. 3. Показатели физической работоспособности и адаптационного потенциала в группах сравнения

Отличительной методологической особенностью исследования является оценка функционального резерва при совмещении комплексного подхода к обследованию квалифицированных спортсменов и применении фазографических скоростных показателей электрической активности сердца.

Установлено, что анализ электрической активности сердца в фазовой плоскости обеспечил введение ряда дополнительных диагностических признаков сердечной деятельности.

С применением ROC-анализа алгоритмы (1-4) определены как информативными диагностическими решениями, а фазографические показатели в выявленных референтных границах достаточно чувствительны и специфичны для выявления снижения функциональных резервов сердечной деятельности.

В Таблице 1 представлены сводные значения диагностической эффективности фазографических показателей в исследуемых группах сравнения.

В определении уровня функционального резерва у квалифицированных спортсменов при сравнении с юношами контрольной группы с более низким функциональным резервом установлены референтные границы нормы фазографических показателей электрической активности сердца и их соответствующие чувствительность и специфичность, характеризующие высокой уровень резервов у спортсменов.

Установлены следующие пороговые решающие правила:

- Высокий уровень резервов, если $\beta_T \leq 0,68$(1)
- Высокий уровень резервов, если $127 > \alpha_{QRS} < 185$ град.(2)
- Высокий уровень резервов, если, если $10 \text{ у.е.} > \sigma_{QRS} < 20,9 \text{ у. е.}$(3)

Высокий уровень резервов, если $S_{TR} > 0,029$ у. е.(4)

Таблица 1

Сводные результаты вычисления чувствительности и специфичности показателей ФГИ по результатам ROC-анализа при определении уровня функциональных резервов у спортсменов

Показатель	Порог различения	S_E , %	S_P , %	Площадь AUC	Индекс Юдена
β_T , ед.	0,68	83,7	73,3	0,847	0,57
α_{QRS} , град.	127	62,2	71,0	0,638	0,33
σ_{QRS} , ед.	20,9	41,8	90,0	0,681	0,31
S_{TR} , ед.	0,029	57,1	70,2	0,640	0,27

Примечание: S_E – чувствительность; S_P – специфичность

На рис. 2 представлены ROC-кривые диагностической эффективности фазографических показателей электрической активности сердца.

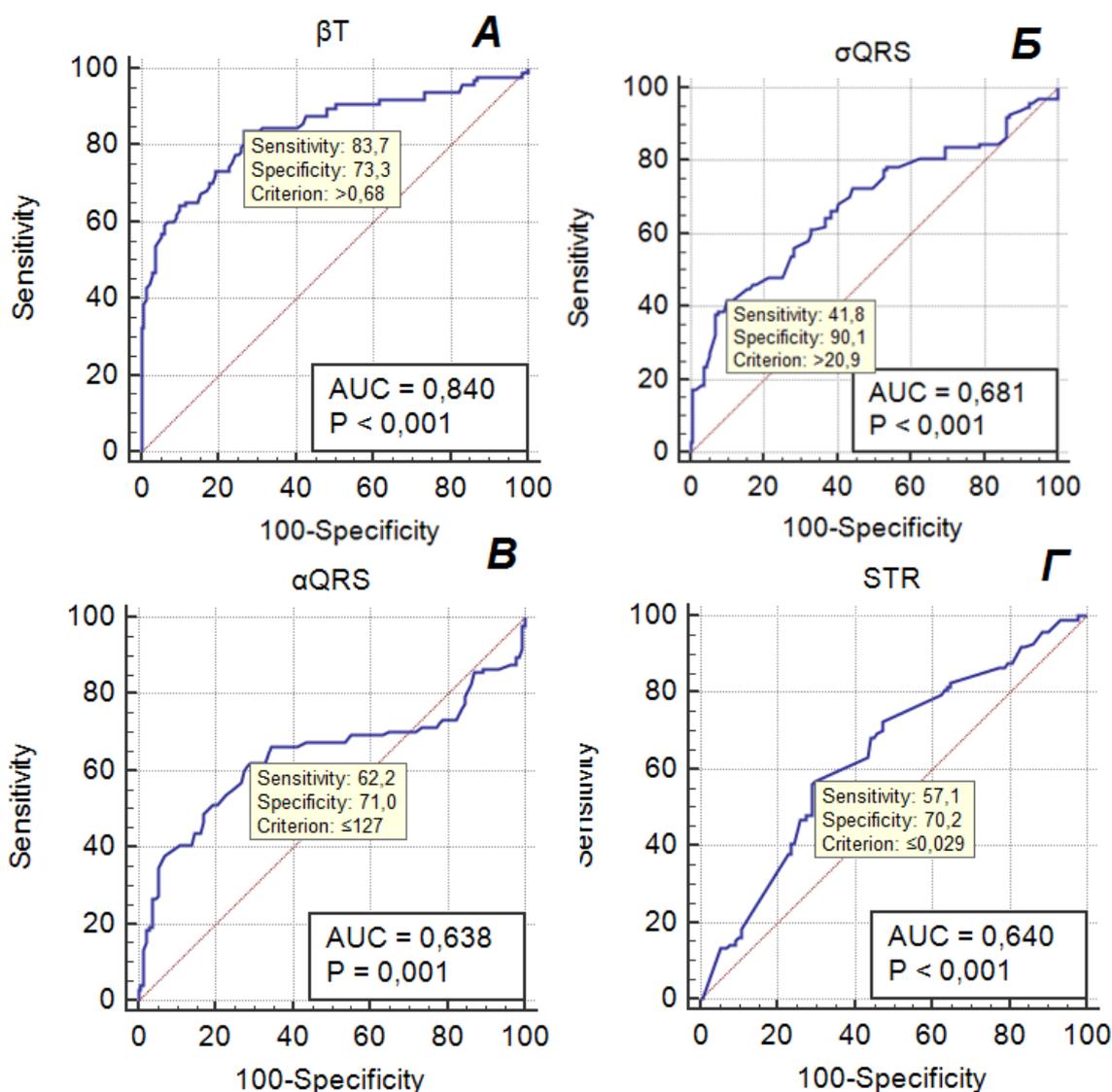


Рис. 4. ROC-кривые диагностической эффективности фазографических показателей электрической активности сердца: А – симметричность зубца Т (β_T); Б – разброс траекторий фазовой графической иллюстрации (σ_{QRS}); В – угол наклона фазовой графической иллюстрации (α_{QRS}); Г – показатель соотношения площади петель Т и комплекса QRS (S_{TR})

По интегральному индексу Юдена (0,57 ед.) наилучшую способность классифицировать уровень функциональных резервов миокарда по фазографическим скоростным показателям электрической активности сердца проявил показатель β_T , ед.

Как видно, вклад различных показателей в окончательное решение не равнозначен. Для суждения о влиянии выбранных факторов на принадлежность испытуемых к группам юношей или спортсменов использовали метод множественной бинарной логистической регрессии.

Результаты анализа показали, что в совокупности исследуемые факторы оказывают статистически значимое влияние ($\chi^2=94,6$; $p<0,001$) на итоги классификации.

Алгоритм классификации с учётом вклада каждого показателя имело следующий окончательный вид: $y=10,98-13,66\beta_T+0,00043\alpha_{QRS}-0,088\sigma_{QRS}+8,11S_{TR}$

Вероятность принадлежности исследуемых к одной из двух групп рассчитывали по формуле:
 $p = 1/(1 + e^{-y})$

Если рассчитанная вероятность превышала значение априорной вероятности, то пациента относили к группе спортсменов. Априорная вероятность соответствует доле спортсменов, которая составляла $131/229 \times 100\% = 57\%$.

Анализ адекватности полученной регрессионной модели показан в табл. 2.

Таблица 2

Результаты адекватности классификации с помощью регрессионной модели

Наблюдаемые результаты	Предсказанные результаты		Процент верных предсказаний	Общий процент верных предсказаний	Отношение шансов
	Контроль	Спортсмены			
Контроль	65	33	93,2	76,9	10,9
Спортсмены	20	111	84,7		

Таким образом, при анализе диагностической эффективности фазографических показателей электрической активности сердца получена модель, которая одинаково пригодна для прогнозирования принадлежности как к группе с высоким уровнем резерва у спортсменов (высокая чувствительность), так и к группе с низким уровнем резервов (высокая специфичность), с точностью предсказания 93,2% и 84,7% соответственно. Величину общего процента верных классификаций (76,9) можно считать высокой по высокому значению отношения шансов.

Выводы:

1. Получение скоростных характеристик электрической активности сердца было реализовано путём регистрации первой производной этого процесса с применением фазографических измерений.
2. Методика определения функциональных резервов с применением фазографических показателей электрической активности сердца может являться информативным диагностическим приёмом в определении и ранжировании спортсменов в различные периоды учебно-тренировочного процесса.
3. Наилучшую способность классифицировать уровень функциональных резервов миокарда по фазографическим скоростным показателям электрической активности сердца проявил показатель β_T , ед. (интегральный индекс Юдена наибольший у данного показателя (0,57 ед.).
4. Так же вклад различных фазографических показателей электрической активности сердца в окончательное решение классификации уровня функциональных резервов миокарда не равнозначен. С применением метода множественной бинарной логистической регрессии получено уравнение для классификации уровня миокардиальных резервов с учётом вклада каждого показателя.

Литература

1. Гаврилова Е.А. Синдром перетренированности. Современное состояние проблемы. Материалы VII международной научно-практической конференции «Здоровье для всех», 2017. 105 с.
2. Ластовецкий А.Г. Методические подходы к формированию индикаторов в здравоохранении // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2013. № 2. С. 35–39.
3. Левашова О.А. Неинвазивная диагностика функционального состояния миокарда у детей-спортсменов на основе анализа скоростных характеристик электрической активности сердца // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. 2016. № 4(12). С. 26–34.
4. Михайлова А.В. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов: монография / Под ред. Михайлова А.В., Смоленский А.В. М.: Спорт. 2019. 122 с.

5. Макарова Г.А. Межсистемный анализ факторов риска как основа профессионально-ориентированной спортивной медицины // Спортивная медицина: наука и практика. 2016. Т. 6, № 1(22). С. 106-111.
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. 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
9. Токарев А.Р., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. К проблеме немедикаментозной коррекции спортивного стресса. Терапевт. 2018. № 11. С. 41–46.
10. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Чернышев С.В. Медико-биологические технологии в управлении тренировочным процессом и соревновательной деятельностью спортсменов высшей квалификации // Вестник спортивной науки. 2015. № 3. С. 34–37.
11. Хадарцев А.А. Теоретические основы новых медицинских технологий // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2006. №1. С. 22–28.
12. Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Возможности инновационных медико-биологических технологий в спорте высших достижений // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5087.pdf> (дата обращения: 23.03.2015).
13. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. Москва, 2018. 320 с.
14. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. № 3. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения: 30.09.2015). DOI: 10.12737/13378
15. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Андреева Ю.В., Ластовецкий А.Г. Оценка смертности населения Тульской области // Вестник новых медицинских технологий. 2014. №1. Публикация 7-7. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4898.pdf> (дата обращения 26.08.2014). DOI:10.12737/5611.

References

1. Gavrilova EA. Sindrom peretrenirovannosti. Sovremennoe sostoyanie problem [the Syndrome of overtraining. Current state of the problem]. Materialy VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii « Zdorov'e dlya vseh», 2017. Russian
2. Lastovetskiy AG. Metodicheskie podkhody k formirovaniyu indikatorov v zdavookhraneni [Methodical approaches to the formation of indicators in health care]. Kremlevskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik. 2013;2:35-9. Russian.
3. Levashova OA. Neinvazivnaya diagnostika funkcional'nogo sostoyaniya miokarda u detej-sportsmenov na osnove analiza skorostnykh karakteristik elektricheskoy aktivnosti serdca [Noninvasive diagnostics of the functional state of the myocardium in children-athletes based on the analysis of the speed characteristics of the electrical activity of the heart]. Nauchno-sportivnyy vestnik Urala i Sibiri. 2016; 4(12):26-34. Russian
4. Mihajlova AV. Perenapryazhenie serdechno-sosudistoy sistemy u sportmenov: monografiya [Overstrain of the cardiovascular system in athletes: monograph]. Moscow: Sport; 2019. Russian
5. Makarova GA. Mezhsistemnyj analiz faktorov riska kak osnova professional'no-orientirovannoj sportivnoj mediciny [Intersystem analysis of risk factors as the basis of professionally-oriented sports medicine]. Sportivnaya medicina: nauka i praktika. 2016;6(22):106-11. Russian
6. Minina EN, Fajnzil'berg LS. Fazovyy portret odnokanal'noj EKG v ocenke funkcional'nykh rezervov serdechno-sosudistoy sistemy [Phase portrait of a single-channel ECG in the assessment of functional reserves of the cardiovascular system]. Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. 2014;21(3):22-7. Russian
7. Minina EN, Fajnzil'berg LS. Analiz funkcional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy po sovokupnosti priznakov fazovogo portreta odnokanal'noj EKG [Analysis of the functional state of the cardiovascular system based on the set of features of the phase portrait of a single-channel ECG]. Rossijskiy kardiologicheskij zhurnal. 2015;12(128):7-13. Russian
8. Minina EN, Lastovetskiy AG. Osobennosti prognozirovaniya effektivnosti funktsionirovaniya kardiogemodinamiki s uchedom lineynykh i khaoticheskikh rezhimov [Peculiarities of predicting the effective-

ness of the functioning of cardiohemodynamics taking into account linear and chaotic regimes]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2018 [cited 02.03.2018];2 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-2/2-1.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15994

9. Tokarev AR, Fudin NA, Hadarcev AA. K probleme nemedikamentoznoj korrekcii sportivnogo stressa [on the problem of non-drug correction of sports stress]. Terapevt. 2018;11:41-6. Russian.

10. Fudin NA, Hadarcev AA, Chernyshev SV. Mediko-biologicheskie tekhnologii v upravlenii trenirovochnym processom i sorevnovatel'noj deyatel'nost'yu sportsmenov vysshej kvalifikacii [Medico-biological technologies in the management of training process and competitive activity of highly qualified athletes]. Vestnik sportivnoj nauki. 2015;3:34-7. Russian.

11. Hadarcev AA. Teoreticheskie osnovy novyh medicinskih tekhnologij. Vestnik Mezhdunarodnoj akademii nauk (Russkaya sekciya) [Theoretical foundations of new medical technologies]. Bulletin of the International Academy of Sciences (Russian section). 2006;1:22-8. Russian.

12. Fudin NA, Hadarcev AA. Vozmozhnosti innovacionnyh mediko-biologicheskikh tekhnologij v sporte vysshih dostizhenij [Possibilities of innovative medical and biological technologies in sport of higher achievements]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2015 [cited 2015 Mar 23];1 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5087.pdf>

13. Hadarcev AA, Fudin NA, Hadarcev AA, Orlov VA. Mediko-biologicheskie tekhnologii v fizicheskoj kul'ture i sporte [Medico-biological technologies in physical culture and sport] Moscow; 2018. Russian.

14. Hadarcev AA, Fudin NA. Psihoemocional'nyj stress v sporte. Fiziologicheskie osnovy i vozmozhnosti korrekcii (obzor literatury) [Psychoemotional stress in sports. Physiological bases and possibilities of correction (literature review)]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2015 [cited 2015 Sep 30];3 [about 6 p.]. Russian. Available from : <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf>. DOI: 10.12737/13378

15. Hromushin VA, Hadarcev AA, Andreeva YUV, Lastoveckij AG. Ocenka smertnosti naseleniya Tul'skoj oblasti [estimation of mortality in the Tula region]. Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. 2014 [cited 2014 Aug 26];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4898.pdf>. DOI:10.12737/5611.

Библиографическая ссылка:

Минина Е.Н., Ластовецкий А.Г. Определение диагностической информативности фазографических показателей электрической активности сердца в оценке функционального резерва у спортсменов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. №4. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/3-5.pdf> (дата обращения: 10.08.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16718*

Bibliographic reference:

Minina EN, Lastovetskiy AG. Opredelenie diagnosticheskoy informativnosti fazograficheskikh pokazatelej jelektricheskoy aktivnosti serdca v ocenke funkcional'nogo rezerva u sportsmenov [Determination of diagnostic informativity of phasographic indicators of electric activity of the heart in the assessment of functional reserve in athletes]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Aug 10];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/3-5.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16718

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/e2020-4.pdf>