

## СЕКЦИЯ 1.

### **ТРЕНАЖЕРЫ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СПОРТЕ**

УДК 796.015.628

#### **ТЕХНОЛОГИИ САМОКОНТРОЛЯ, МИНИМИЗИРУЮЩИЕ РИСКИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ И ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ СПОРТСМЕНОВ**

*Ярмолинский В.И., канд. техн. наук, Чукунов В.В., Луневич А.Я.,  
Глухов Ю.Ф.*

ООО «Компания ЭЛТА», Россия – Беларусь

*Введение.* Популяризация здорового образа жизни и развитие инфраструктуры спорта несут все больше возможностей для занятий оздоровительной физической культурой и видами спорта, привлекающими население. Средства массовой информации регулярно сообщают нам о новых рекордах и достижениях молодых или опытных спортсменов, раскрывающих резервы человеческого организма и подтверждающих его эволюцию.

Вместе с тем, хорошо известно, что спорт – это соревновательная деятельность, требующая от человека предельного напряжения сил и эмоций, что граничит с риском наступления фазы срыва адаптации, перенапряжения регуляторных и функциональных систем и последующих заболеваний. Не редки и более тяжелые последствия функционального перенапряжения – травмы и летальный исход.

Последний может последовать как в ходе выполнения нагрузки (до 75 % случаев), так и сразу после ее окончания, а иногда – спустя часы отдыха. Официальная статистика многих стран мира приводит цифры от 2 до 5 таких случаев на 100 тыс. спортсменов, причем в основном они касаются спортсменов-мужчин, настроенных, как правило, потерпеть боль. Специалистами дается классификация наиболее рискованных видов спорта (это игровые виды и циклические, требующие особого проявления выносливости), указываются возрастные диапазоны риска. Употребление запрещенных фармакологических препаратов, тепловой удар, бронхиальная астма, механические травмы также порой приводят к летальному исходу, однако на их долю приходится не более 10 % известных случаев.

Главной причиной роста смертей в современном спорте считается необоснованное, часто форсированное наращивание тренировочных нагрузок, развитие на этом фоне сердечно-сосудистой патологии (аритмий, гипертрофической кардиомиопатии и др.), отсутствие в этой ситуации должного медицинского контроля и самоконтроля.

Не глядя на высокий уровень диагностических технологий, применяемых в клинике, спортивные медики указывают на проблематичность раннего выявления болезней сердца, особенно у детей, в состоянии покоя. Проводить массовые УЗИ-обследования и нагрузочные пробы дорого для обеих сторон, для этого не хватает оборудования и специалистов. Между тем, синдромы хронической усталости спортсменов, периодических болей в сердце и аритмий требуют срочной и постоянной объективизации сердечной функции.

Целью настоящей работы было создание недорогого и удобного в практическом отношении прибора, с современными программными приложениями, позволяющего спортсмену самостоятельно контролировать важнейшие параметры работы сердца – ЭКГ, ЧСС, вариабельность ритма и их реакцию на тренировочные нагрузки.

*Методы исследования и разработки.* Созданию прибора предшествовало изучение рынка носимой электронной техники, современных электронных компонент, собственный многолетний опыт проектирования медицинской техники, педагогические эксперименты, обеспечившие создание оценочных шкал и алгоритмов автоматической интерпретации измеряемых показателей.

*Результаты и обсуждение.* Общий вид разработанного прибора, именуемого кардиостресс-тестер «Сателлит», представлен на рис. 1.1.

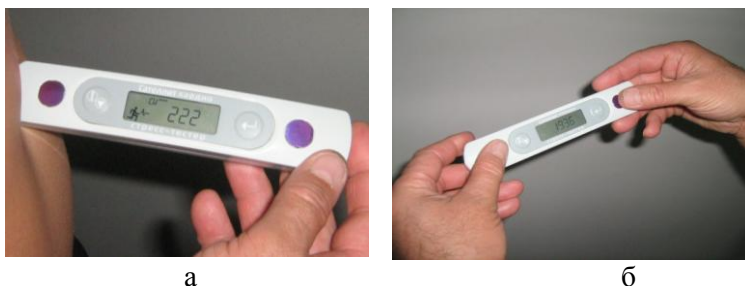


Рис. 1.1. Общий вид прибора (а) и способ А выполнения измерений (б)

Работа прибора основана на регистрации биопотенциалов сердца с конечностей или груди пользователя. Функциональная схема прибора включает в себя систему электродов, модуль усиления и цифровой обработки ЭКГ, модуль радиотрансляции ЭКГ в персональный компьютер или смартфон; элементы индикации и управления; отдельно прилагаемый модуль радиоприема с USB-входом для компьютера.

Алгоритмы работы прибора реализуются микромоощным высокопроизводительным микроконтроллером семейства MSP430. Для удовлетворения запросов различных категорий пользователей (любителей и профессионалов) к прибору может прилагаться целый ряд программных приложений, хотя его автономное использование устроит многих спортсменов.

Измерение параметров работы сердца в состоянии покоя проводится, как правило, с пальцев обследуемого (способ А). В то же время предусмотрена возможность самоконтроля с использованием нижней конечности (способ Б, рис. 1.2), с груди или талии (способ В, рис. 1.3), и наконец – с помощью дополнительных клейких электродов, подключаемых через кабель отведений (способ Г, рис. 1.3). Это особенно ценно при необходимости более точного контроля параметров сердца в ходе выполнения физической упражнений или для обеспечения свободы рук (при работе на тренажере, мониторинге сердца во сне, при операторской деятельности и др.).



Рис.1.2. Способ Б выполнения измерений



а

б

Рис. 1.3. Способ В (а) и способ Г (б) выполнения измерений

Основные технические характеристики прибора:

- диапазон измерения ЧСС – от 40 до 240 уд/мин;
- диапазон измерения ВР – от 2 до 1500 мс;
- диапазон измерения СИ – от 20 до 20000;
- абсолютная погрешность измерения кардиоинтервалов – 2 мс;
- относительная погрешность измерений – не более 1 %;
- входной импеданс измерительного тракта – не менее 10 Мом;
- уровень шумов, приведенных ко входу – не более 20 мкВ;
- чувствительность регистрации и отражения ЭКГ – 0,1 мВ/мм;
- полоса пропускания ЭКГ – 5–40 Гц / 0,05–100 Гц;
- радиус действия на открытой местности (номинально) – 500 м;
- уровень напряжения питания прибора – 1,5 В (1 элемент ААА);
- время непрерывной работы без замены батареи (ААА) – 300 ч;
- габаритные размеры прибора – 150×30×20 мм;
- масса прибора с элементом питания – не более 150 г;
- число основных рабочих режимов – 3 (автономный и два с трансивером, в режиме передачи кардиоряда или ЭКГ).

ЖК-индикатор прибора (рис.1.4) выполнен с активной цветовой подсветкой рабочей зоны: нейтрально белый цвет отражает режим настроек и выполнение измерений; голубой, зеленый, желтый, красный и фиолетовый – оценочные цвета состояния организма, соответствующие 5-балльной системе. Цветовая гамма подсветки информационного поля ЖКИ помогает пользователю интерпретировать измеренные показатели и оценивать уровень нагрузочного стресса.

Программные приложения позволяют проводить вегетативные тесты и нагрузочные пробы, распечатывать протоколы тестирова-

ния, а также обеспечивать семейную или групповую регистрацию данных.



Рис. 1.4. Информационное поле ЖКИ прибора

К особенностям разработанной модели прибора следует отнести:

- 1) автоматическую регулировку коэффициента усиления ЭКГ;
- 2) переключаемую полосу пропускания;
- 3) медианную фильтрацию сердечного ритма;
- 4) задание пульсовых порогов, за которыми подается тревожный сигнал;
- 5) возможность настройки объема выборки для усреднения кардиоинтервалов и последующего расчета ЧСС, СИ и ВР;
- 6) наличие памяти на 5 измерений ЧСС, СИ и ВР (покой, разминка, пик нагрузки, окончание тренировки, восстановление);
- 7) автоматическое отключение питания при отсутствии манипуляций с прибором;
- 8) отключение трансивера при работе в автономном режиме и возможность регулировки его выходной мощности для корректировки радиуса действия прибора (экономия батареи);
- 9) учет возраста, пола и условий проведения измерений (покой/нагрузка) при оценке измеренных показателей;
- 10) выполнение функций часов и будильника в спящем режиме.

Постоянное совершенствование метрологических характеристик прибора позволяет рассчитывать на его применение в клинике, например, в качестве прикроватного alarm-монитора, а также экспресс-индикатора ЭКГ в руках у кардиолога, проводящего осмотр пациентов с применением экрана современного мобильного телефона.

*Выводы.* Объективизация работы сердца, достигаемая в условиях самоконтроля, способна помочь спортсмену принять правильное решение о необходимости срочной или обязательной консультации

у врача-кардиолога, целесообразности продолжения тренировки, проведения углубленного обследования. Данные, собираемые спортсменом в смартфон или компьютер, могут служить основой для педагогической коррекции плана его физической подготовки и оценки восстановительных мероприятий. Особое значение для тренера или преподавателя физической культуры имеет возможность группового тестирования участников занятий и быстрого сравнения фрагментов ЭКГ, записанных спортсменом в заданном отведении в состоянии хорошего самочувствия с таким же сигналом, снятым при внезапном ухудшении его состояния.

УДК 796.012.453

## **ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ТРЕНИРОВКИ ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ**

*Загородный Г.М. канд. мед. наук, доцент<sup>1</sup>,*

*Петрова О.В.<sup>1</sup>, Попова Г.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Белорусская медицинская академия последипломного образования,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,

Минск, Беларусь

Под равновесием понимают состояние покоя тела относительно какой-либо системы отсчета, когда равнодействующая всех приложенных к нему сил равна нулю. В более узком смысле, равновесие – способность тела сохранять устойчивое вертикальное положение, когда проекция общего центра масс не выходит за пределы площади опоры, в состоянии покоя и при движении. Поддержание равновесия в положении сидя, стоя и при перемещениях осуществляется совместной деятельностью вестибулярной, зрительной и соматосенсорной систем.

Вестибулярная сенсорная система позволяет организму ориентироваться в трехмерном пространстве: воспринимать положение тела относительно вектора гравитационного поля (статический компонент чувства равновесия), ощущать направление и скорость движения тела при его угловых и линейных перемещениях (динамический компонент чувства равновесия). Чувствительность вестибулярного аппарата достаточно высока: порог восприятия ускорения прямоли-