

(к компьютерам, мобильным телефонам) для контроля за физическим состоянием, управлением процессом физической подготовки, расширит интернет-услуги по консультированию спортсменов и других пользователей носимой электронной техники.

4. Совместными усилиями министерств образования, спорта и туризма, здравоохранения можно создать более современную и эффективную систему физкультурного образования населения, подготовки и отбора будущих спортсменов. Для этого нужно создать большее число научных лабораторий, широко внедрить автоматизированные системы массового тестирования студентов и учащихся, отслеживать общенациональную динамику физического состояния молодёжи, совершенствовать критерии определения надёжности организма тех, кто трудится в спорте высших достижений.

5. Уйти от формального проведения уроков и занятий по физической культуре, развивать индивидуальный и результативный подходы, повышать гарантии жизнедеятельности и сохранения здоровья при высоких физических нагрузках — прямая задача учёных и специалистов, считающих себя опытными и авторитетными работниками в этой сфере.

Материал поступил в редакцию 20.02.2014 г.

УДК: 796. 015.628

В. И. Ярмолинский

Белорусский государственный университет, Минск

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФИЛАКТИКИ ЛЕТАЛЬНЫХ ИСХОДОВ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

Введение. Мы изучили предпосылки, причины и предвестники внезапной смерти спортсменов и обратили внимание на то, что доминирующим фактором в её происхождении является генетически предопределённая или спровоцированная нагрузкой сердечная недостаточность. Зачастую оказывается, что в состоянии покоя и при невысокой нагрузке у спортсмена не обнаруживаются признаки дисфункции сердца, поэтому они не получают от врачей ограничений по физической подготовке. В то же время при интенсивных нагрузках исследование показателей работы сердца проводится крайне редко, обычно в научных

целях и в лабораторных условиях, где применяется дорогостоящее оборудование. Но даже исследование ЭКГ, гемодинамики, газоанализа не всегда способно точно и однозначно спрогнозировать состояние и работоспособность спортсмена, надёжность функционирования его систем.

Особые трудности существуют при попытках раннего выявления болезней сердца у детей и подростков, начинающих заниматься спортом. Проводить массовые и регулярные УЗИ-обследования, нагрузочные пробы дорого для обеих сторон, для этого не хватает оборудования и опытных специалистов. Между тем синдромы хронической усталости спортсмена, периодических болей в сердце и аритмий требуют срочной и практически постоянной объективизации сердечной функции.

Сам спортсмен не может чётко дифференцировать, испытывает он симптомы физического утомления или же неприятные ощущения и боли (в спине, руке, суставах, области живота, сердца, печени и др.), которые сигнализируют о надвигающихся проблемах в здоровье. Потерпеть до утра, до завтра, перебороть боль — одно из наиболее частых решений спортсмена, обоснованно считающего себя волевым человеком. И здесь приходится напомнить, что ВСС часто происходит не в минуты тренировки, а спустя некоторое время — в раздевалке, по дороге домой, после ужина и т. п. Отсутствие своевременной медицинской консультации, а точнее — диагностических процедур, становится причиной для необратимых процессов, которые уже неподвластны работникам скорой помощи. Известно, что в случае сердечной фибрилляции первые 5—10 минут дают неплохой шанс возвращения сердца в нормальный режим жизнедеятельности, но уже через 10 минут применение дефибриллятора эффективно лишь на 10%. Скорая помощь, как правило, прибывает через 15—20 мин в крупных населённых пунктах и через 30—60 мин в сельской местности.

Таким образом, задачей спортсмена, испытывающего определённый дискомфорт, чувство аритмии и ухудшения производительности сердца, является применение более высоких технологий самоконтроля, чем субъективные ощущения или пальпаторный подсчёт пульса. Вызову скорой может предшествовать самодиагностика с помощью зарождающейся носимой электронной медицинской техники, приборов домашнего самоконтроля, которые сейчас активно проектируются во многих странах. Вероятно, пройдет сравнительно немного времени и носимый спортсменом прибор будет не только объективно оценивать его состояние, но и включать, при необходимости, портативный дефибриллятор (разработки дефибриллятора нового, резонансного типа, со щадящей схемотехникой выполнения электроразряда, ведутся и в нашей стране).

Цель настоящей работы — представить спортивной общественности новую наукоёмкую разработку для экспресс-измерения уровня физиче-

ского стресса, обнаружения первичных признаков нарушения сердечной деятельности непосредственно на спортивной площадке, в раздевалке или у себя дома.

Основная часть. В задачи разработки входило проектирование недорогого, но информативного и удобного в практическом отношении прибора, с программными приложениями, позволяющими спортсмену, его тренеру самостоятельно, без участия врача проконтролировать важнейшие показатели работы сердца — ЭКГ, частоту сердечных сокращений (ЧСС), вариабельность ритма и др., изучать реакцию организма на тренировочные нагрузки, проследить в периоде восстановления.

Созданию образцов прибора предшествовало изучение рынка стационарной и носимой электронной медицинской техники, современных электронных компонент, многолетний собственный опыт проектирования приборов, в том числе для сферы спорта и физической культуры, медико-педагогические эксперименты, обеспечившие создание оценочных шкал и алгоритмов автоматической интерпретации измеряемых показателей. Непосредственную помощь в создании образцов нового типа прибора и его испытаний, которые продолжаются и в настоящее время, оказывают белорусские и российские специалисты в области электроники, клинической диагностики, программного обеспечения. Участники разработки, сами являющиеся спортсменами в прошлом либо настоящем, настроены действительно помочь отечественному спорту избежать неоправданных рисков и достичь применения прибора не только спортсменами, но и другими людьми, заинтересованными во внимательном контроле за своим здоровьем.

Общий вид прибора, именуемого на момент разработки кардиостресс-тестер «Сателлит», представлен на рисунке 1, *а*. Работа прибора основана на регистрации биопотенциалов сердца (ЭКГ) с конечностей или груди пользователя. Функциональная схема прибора включает в себя систему электродов, модуль усиления и цифровой обработки ЭКГ, модуль радиотрансляции данных в персональный компьютер или смартфон, элементы индикации и управления. Отдельно прилагается модуль радиоприёма данных, с USB-выходом для компьютера. Алгоритмы работы прибора реализуются микромоощным высокопроизводительным микроконтроллером семейства MSP430. Для удовлетворения запросов различных категорий пользователей (любителей и профессионалов) к прибору будет прилагаться целый ряд программных приложений, хотя автономное его использование также устроит многих физкультурников и спортсменов.

Измерение параметров работы сердца в состоянии покоя проводится, как правило, с пальцев обследуемого (рисунок 1, *б*). В то же время предусмотрена возможность самоконтроля торцевым электродом (рисунок 1, *в*)

с использованием нижней конечности (рисунок 1, *з*), груди, талии(рисунок 1, *д*) или дополнительных самоклеющихся электродов, подключаемых через кабель отведений (рисунок 1, *е*). Последний способ важен для более точной записи ЭКГ, в том числе после выполнения физических упражнений, а также для необременительного контроля ЧСС и других параметров в случаях работы на тренажёре или иной операторской деятельности — работе за компьютером, вождении автомобиля и др.

Приводим основные технические характеристики прибора: диапазон измерения ЧСС — от 40 до 240 уд. / мин; диапазон измерения ВР (вариационный размах) — от 2 до 1 500 мс; диапазон измерения СИ (стресс-индекс) —

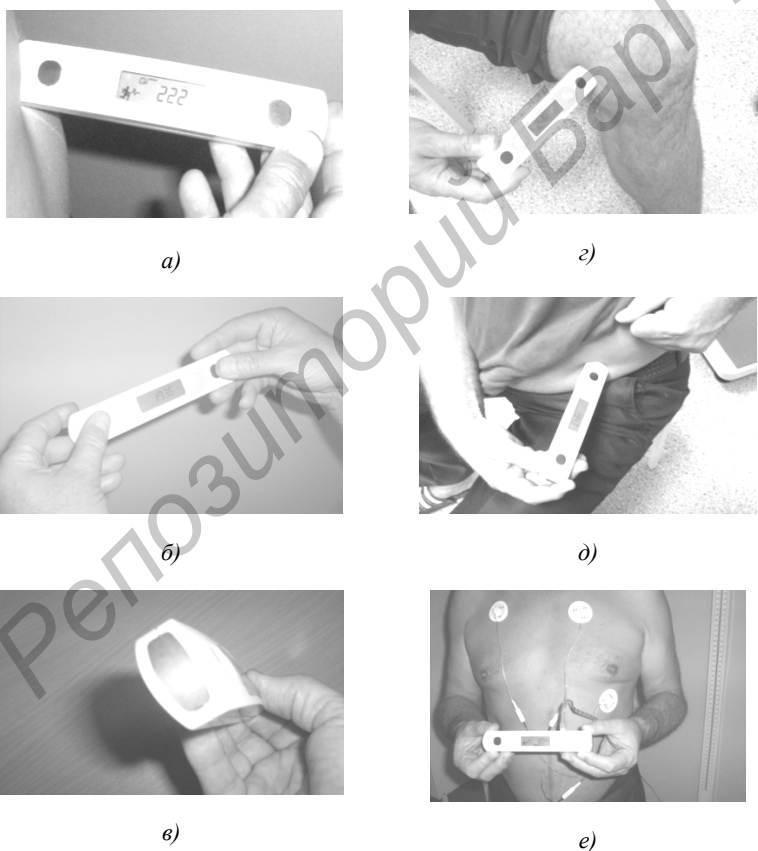


Рисунок 1 — Прибор «Сателлит» и способы проведения измерений

от 20 до 20 000; абсолютная погрешность измерения кардиоинтервалов — 2 мс; относительная погрешность измерений — не более 1%; входной импеданс измерительного тракта — не менее 10 Мом; уровень шумов, приведённых 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 — 1,5 В (1 элемент ААА); время непрерывной работы без замены батареи (ААА) — 30/300 ч; габаритные размеры — 150×30×20 мм; масса с элементом питания — не более 150 г; число рабочих режимов — 3 (автономный ЧСС — контроль, передача ЭКГ, передача кардиоряда в составе многоканального комплекса).

Специально разработанный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) (рисунок 2) выполнен с активной цветовой подсветкой рабочей зоны: нейтрально серый цвет отражает готовность к измерениям, синий — режим настроек; зеленый, желтый, оранжевый, красный и фиолетовый — оценочные цвета состояния организма, соответствующие 5-балльной системе. Цветовая гамма подсветки информационного поля ЖКИ облегчает пользователю интерпретацию измеренных показателей и оценку уровня нагрузочного, бытового или производственного стресса.

Программные приложения (рисунок 3) позволяют регистрировать и анализировать ЭКГ, вариабельность пульса, проводить вегетативные тесты



Рисунок 2 — Информационное поле ЖКИ прибора

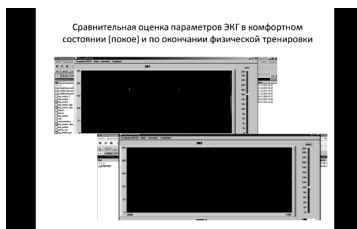
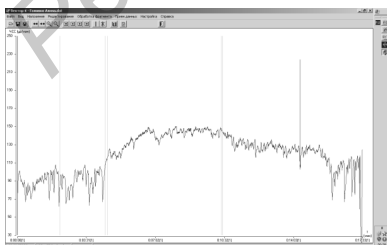


Рисунок 3 — Фрагменты работы программных приложений прибора

и несложные нагрузочные пробы, распечатывать протоколы самотестирования и служебные отчёты: 1) возможность выбора числа кардиоинтервалов для последующего расчёта ЧСС, СИ и ВР; 2) наличие памяти на 5 циклов измерений (покой, разминка, пик нагрузки, её окончание, покой); 3) автоматическое отключение питания при отсутствии манипуляций с прибором; 4) отключение трансивера при работе в автономном режиме (экономия батареи); 5) учёт возраста, пола и условий измерений (покой/нагрузка) при оценке показателей; 6) наличие функций часов.

Заключение. Объективизация работы сердца, достигаемая в условиях самоконтроля, способна помочь спортсмену, его тренеру принять правильное решение о необходимости срочной или обязательной консультации у врача-кардиолога, вызова скорой помощи, целесообразности продолжения тренировки. Быстрое сравнение фрагментов ЭКГ, записанных спортсменом в заданном отведении, в состоянии хорошего самочувствия, с таким же сигналом, снятым при внезапном ухудшении его состояния, является важной отличительной особенностью разработки прибора, что ставит его по ценности в один ряд с клиническими электрокардиографами, значительно уступая им в стоимости. Данные, собираемые в компьютер или смартфон, могут служить основой для педагогической коррекции плана физической подготовки, оценки восстановительных мероприятий. Особое значение для преподавателя физической культуры имеет возможность группового тестирования участников занятий и распечатки соответствующих протоколов.

Материал поступил в редакцию 20.02.2014 г.