

3. Bray, M.S. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update / M.S. Bray [etc.] // Med. Sci. Sports Exerc. - 2009. - V. 41 (1). - P. 35-73.

4. Druzhevskaya, A.M. Application of genetic markers for prognosis of physical performance of athletes / A.M. Druzhevskaya [etc.] // Eur. J. Hum. Genet. Suppl.1. - 2007. - V. 15. - P. 270.

5. IHMP. International Hap Map Consortium. A haplotype map of the human genome // Nature. - 2005. - V. 437. - P. 1299-1320.

6. McCarroll, S.A. Common deletion polymorphisms in the human genome / S.A. McCarroll [etc.] // Nature Genetics. - 2006. - V. 38. - P. 86-92.

7. Rankinen, T. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update / T. Rankinen [etc.] // Med. Sci. Sports Exerc. - 2006. - V. 38 (11). - P. 1863-1888.

8. Williams, A.G. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance / A.G. Williams, J.P. Folland // J. Physiol. - 2008. - V. 586 (1). - P. 113-121.

УДК 612.014.421

### **Новые технологические возможности изучения variability ритма сердца и ЭКГ в покое и при физических нагрузках**

Ярмолинский В.И. канд. техн. наук, доцент  
*Белорусский государственный университет*  
*Минск, Беларусь*

Актуальность исследования показателей variability ритма сердца и срочной ЭКГ-диагностики подтверждается все новыми научными исследованиями, проводимыми в клинике и спортивной сфере [2-4, 8-9]. Изучение механизмов адаптации человека к сложным условиям обитания и жизнедеятельности (гипоксия, гравитационные перегрузки, невесомость, температурные перепады, глубоководные погружения, высокий радиационный фон, длительное голодание, социальная изоляция и др.), болезням, физическим нагрузкам, стрессам эмоционального происхождения, фармакологическим и информационным пробам привело к

выявлению универсальных критериев мобилизации сердечно-сосудистой системы, напряжения и перенапряжения регуляторных процессов, срыва адаптации, заболеваний сердца, его критических состояний (фибрилляции, остановки и др.) [1-11]. В числе этих критериев – показатели variability ритма сердца (ПВРС), регистрируемые в рамках принятых международных стандартов [11], измеряемые по оригинальным методикам [1, 9], а также в специфических условиях (например, при занятиях конкретными видами спорта) [3, 6]. Кроме ПВРС, реестр которых насчитывает около двух десятков показателей и индексов, широко используются статистические показатели непрерывного кардиоряда и электрокардиографические признаки (элементы ЭКГ), отражающие метаболические и электродинамические процессы в сердечной мышце.

В спортивной сфере доминируют показатели типов нарушений ритма, гипертрофии сердца, нарушений проводимости, гипоксии миокарда и др., которые указывают на неадекватные приспособительные реакции на физические нагрузки [2]. При возможности ультразвукового исследования сердца появляются дополнительные аргументы в пользу наличия или отсутствия резервов адаптации, потому комплексное кардиологическое обследование, осуществляемое в клинике или амбулаторных условиях, остается предпочтительным вариантом изучения состояния здоровья спортсмена, его адаптационных способностей. Особую ценность в выявлении преморбидных состояний несет холтеровское мониторирование ЭКГ и АД, а также нагрузочное ЭКГ стресс-тестирование, сопровождаемое, в отдельных случаях, анализом легочной вентиляции и состава выдыхаемых газов [7].

Тем не менее, два фактора остаются непреодолимыми с позиций массового кардиологического тестирования, в том числе при функциональном контроле за состоянием учащихся и студентов, спортсменов и физкультурников. Во-первых – это сложность и обременительность ряда диагностических процедур, их недоступность для непрофессионалов, высокая стоимость диагностического оборудования (цена современных систем для нагрузочного тестирования составляет от 20 тысяч до 200 тысяч долларов, время обследования занимает около 1 часа). Во-вторых, программно-технические разработки для клинической медицины 20

ориентированы, как правило, на неопредельные физические нагрузки, а потому малоустойчивы к двигательным артефактам. Критерии «нормы» для высоких физических напряжений тоже пока не разработаны. Ни один врач, пожалуй, не рискнет брать на себя ответственность за глубокую трактовку нагрузочной ЭКГ или прогностическую интерпретацию ПВРС в фазе околопредельной нагрузки. Понятие «спортивное сердце» сегодня знакомо лишь узкому кругу специалистов спортивной медицины, но даже среди них проходит немало дискуссий относительно благоприятности анатомио-физиологических перестроек в сердце при нарастающем объеме тренировок. Считается, что для ответственного прогнозирования здоровья и физической работоспособности спортсмена необходимо выполнить ряд адекватных его виду деятельности нагрузочных проб, сопроводив их непрерывными электрокардиографическими и гемодинамическими измерениями (включая контроль показателей центральной и периферической гемодинамики).

Условия спортивно-соревновательной деятельности, а также некомпетентный педагогический подход к организации и проведению тренировок у молодых спортсменов, занятия ветеранов спорта, стремящихся к поддержанию ранее сложившегося имиджа, накладывают особый отпечаток на состояние гуморальной, центральной нервной и вегетативной систем их организма. Это служит причиной дополнительных энергозатрат, повышенного напряжения сердечно-сосудистой системы, и неизбежно - рисков возникновения регуляторных сбоев. Игнорирование этих факторов, наряду с генетическими предпосылками и следовыми эффектами интенсивных тренировок, ведет порой к тяжелым формам сердечно-сосудистой патологии (нагрузочной кардиомиопатии, артериальной гипертензии, устойчивым нарушениям ритма, ишемии миокарда и др.), а в известных случаях – летальному исходу.

Целью настоящей работы является создание недорогой и широко доступной системы врачебно-педагогического контроля и самоконтроля показателей работы сердца, основанной на применении передовой электроники, компьютерных технологий и разработанных алгоритмов экспресс-диагностики физического состояния человека. При проектировании нового прибора нами

использован 15-летний опыт разработки электрокардиографических электродов, производства и внедрения аппаратуры для ранней диагностики сердца и легких (приборы «Каскад», «Вектор», «Олимп», «РПГ2-05», «Уникарс» и др.). Методика и алгоритмы разрабатывались в процессе эксплуатации названных приборов на кафедре физического воспитания и спорта БГУ, в спортивных федерациях. Проект направлен преимущественно на миниатюризацию измерительного тракта, расширение функций прибора и программных приложений, обеспечение его совместимости с мобильными устройствами приема и обработки информации (ноутбук, смартфон и др.). Этот подход позволяет приблизить разработку к требованиям, изложенным нами ранее в [10]. Исполнителем проекта является ООО «Медиор» (Беларусь), инвестором – ООО «Компания «ЭЛТА» (Россия), производитель портативных глюкометров и анализаторов крови.

По замыслу разработчиков, прибор будет выполнен в форме небольшого пенала или «авторучки», обеспеченной оригинальным жидкокристаллическим индикатором, встроенными и выносными многоразовыми электродами для съема ЭКГ, кнопками включения, настроек и переключения режимов работы. Связь с персональным компьютером будет осуществляться через встроенный радиомодем, приемная часть которого подключается к компьютеру по мере необходимости. Автономное питание прибора обеспечивается одной батарейкой типа ААА (1,5 В). Поддержка встроенной памяти и установленных настроек обеспечивается другой миниатюрной батарейкой.

Прибор «Аргумент» имеет 3 режима работы:

1) «Пульс» - обеспечивает экспресс-контроль и индикацию на ЖКИ трех показателей работы сердца – ЧСС, ВР (вариационный размах) и СИ (стресс-индекс, рассчитываемый по методике Р.М. Баевского), их передачу в базу данных по радиоканалу при групповом или индивидуальном контроле; при этом каждый из измеряемых параметров получает качественную оценку по 5-бальной шкале, что отражается маркером на цветовой линейке ЖКИ. Пульс регистрируется в режимах «Покой» и «Нагрузка», что учитывается при вынесении оценок, наряду с данными пола и возраста обследуемого. В этом режиме используются электроды встроенного типа, а измерения производятся при удержании

прибора в руках пользователя или касании прибором груди, или нижней конечности;

2) «График» - обеспечивает непрерывную трансляцию в ПК кардиоинтервалов, с последующим построением и анализом функций ЧСС (t) и RR (t) компьютерными приложениями. Здесь возможен более глубокий анализ ПВРС по стандартным методикам, с учетом длительного мониторинга работы сердца. Встроенные электроды в этом случае заменяются на выносные (кабель подключается через мини-USB-разъем), фиксируемые в удобном для пользователя месте. Потенциально этот режим способен обеспечить мониторинг сна спортсмена или процедур физиотерапии;

3) «ЭКГ» - режим дает возможность пользователю последовательно снять и внести в память ПК фрагменты ЭКГ в нужных отведениях, просмотреть эти сигналы. Согласно проекту, пользователь заносит в ПК форму ЭКГ в комфортном состоянии, а при наличии жалоб фиксирует текущий сигнал в этих же точках для сравнительного анализа с исходным. Программное приложение, наряду с определением важнейших электрокардиографических признаков, будет указывать на имеющиеся различия в амплитудно-временных параметрах ЭКГ и необходимости углубленной ЭКГ-диагностики, консультации у специалиста. Съем ЭКГ здесь будет возможен двумя типами электродов.

Предполагается, что базовый комплект программно-технического комплекса будет включать набор из 20-25 приборов – «авторучек», обладающих собственным идентификационным номером, которые будут обслуживаться одним компьютером и приемным радиомодемом. Собственно прибор можно будет использовать и автономно, в качестве инструмента самоконтроля в спортивном зале или в домашних условиях. В последнем случае прибор поможет выявлению уровня служебных и бытовых стрессов, ЭКГ-наблюдениям за близкими. На данном этапе разработка не претендует на роль продукции, конкурирующей с серийными электрокардиографами, но ее применение в качестве индикатора при невысокой стоимости позволит обеспечить требуемую массовость врачебно-педагогических наблюдений, принятие более правильных управленческих решений по

корректировке физических нагрузок, научный подход к подбору средств восстановления спортсменов.

1. Ритм сердца у спортсменов : научное издание / ред. : Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянская. - М. : Физкультура и спорт, 1986. - 143 с.

2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов : монография / З.Б. Белоцерковский. - М. : Советский спорт, 2005. - 348 с.

3. Кудря, О.Н. Показатели variability сердечного ритма в динамике годичного цикла и эффективность соревновательной деятельности гандболистов / О.Н. Кудря [и др.] // Теория и практика физической культуры.- 2012. - № 3. - С. 55-59.

4. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода : опыт практического применения метода / В.М. Михайлов.- 2-е изд., перераб. и доп. Иваново : Ивановская гос. мед. академия, 2002. -290 с.

5. Оценка и прогнозирование функциональных состояний в физиологии : материалы I Всесоюз. симп. – Фрунзе : Илим, 1980 - 536 с.

6. Сарайкин, Д.А. Изменение вегетативного обеспечения сердечной деятельности у таэквондистов в соревновательном процессе / Д.А. Сарайкин [и др.] // Теория и практика физической культуры.- 2011. - № 8. - С. 30-33.

7. Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека : материалы II Всесоюз. конф., Москва, 2-3 дек. 1986 г. / Ин-т биофизики МЗ СССР.- М., 1986. - 488 с.

8. Фролов, А.В. Адаптация сердечной деятельности в клинике и спорте / А.В. Фролов. - Мн. : Полипринт, 2010 – 200 с.

9. Ярмолинский, В.И. Особенности исследования и интерпретации показателей variability ритма сердца в учебно-тренировочном процессе / В.И. Ярмолинский // Вопросы физического воспитания студентов вузов : сб. науч. ст. / БГУ ; ред. кол. В.А. Коледа (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2007.- Вып. 6. – С.112-121.

10. Ярмолинский, В.И. Перспективные решения в области приборного обеспечения системы физического воспитания и спорта

/ В.И. Ярмолинский // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 1-2 декабря 2011 г. / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : И.В. Бельский [и др.].- Минск, 2011.- С. 29-34.

11. Task Force of the European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability / Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and clinical Use //Circulation, 1996, V.93, P. 1043-1065.

УДК 796:658.7

### **Перспективы разработки технических средств для оценки качества льда на спортивных аренах**

Минченя Н.Т.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,

Гусев О.К.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор, Бельский И.В.<sup>1</sup> д-р пед. наук, профессор, Васюк В.Е.<sup>1</sup>, канд. пед. наук, доцент, Свистун А.И.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, Парамонова Н.А.<sup>1</sup>, канд. пед. наук, доцент,

Ананьев Н.К.<sup>2</sup>, Зайко О.А.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет*

*<sup>2</sup>Многофункциональный культурно-спортивный комплекс «Минск-арена»  
Минск, Беларусь*

Конькобежный спорт – один из старейших видов спорта, в котором необходимо как можно быстрее на коньках преодолеть определенную дистанцию на ледовом стадионе по замкнутому кругу. Он имеет сложившуюся систему основных правил и отличается консервативностью в вопросах, касающихся экипировки и конькобежного инвентаря. Вместе с тем, постоянно ведутся исследования по повышению скорости прохождения дистанции спортсменами. Одной из сторон этого процесса является совершенствование методики тренировки, в том числе с использованием различных технических средств. Другая сторона – применение новейших технологий в разработке экипировки спортсменов: костюмы, изготовленные из специальных тканей, модели коньков, способствующие индивидуализации и,