

*Заключение:*

1. Околодостоверное снижение содержания среднемолекулярных пептидов в сыворотке крови спортсменов молодежной команды после двухнедельного курса 3-минутных ингаляций 100-процентного кислорода, выполняемых сразу по окончании скоростно-силовой тренировки, указывает на перспективность применения данного метода восстановления в спортивной медицине.

2. Полученными данными подтверждается также отсутствие негативного прооксидантного воздействия оксигенотерапии в предлагаемом режиме ее применения: достоверного изменения содержания продуктов перекисного окисления липидов и активности ферментов антиоксидантной системы защиты во время проведения процедур выявлено не было.

*Список использованных источников*

1. Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise / A. Aguiló [and others] // *Physiology & Behavior*. – 2005, January. – Vol. 84. – P. 1–7.

2. Ji, L. Oxidative stress during exercise: Implication of antioxidant nutrients / L. Ji // *Free Radical Biology and Medicine*. – 1995, June. – Vol. 18. – P. 1079–1086.

3. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: Implications for diagnosis / K. Margonis [and others] // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2007, September. – Vol. 43. – P. 901–910.

4. Oxidative stress associated with exercise, psychological stress and life-style factors / P. Møller [and others] // *Chemico-Biological Interactions*. – 1996, September. – Vol. 102. – P. 17–36.

5. The post-exercise oxidative stress is depressed by acetylsalicylic acid / Jean Steinberg [and others] // *Respiratory Physiology & Neurobiology*. – 2002, April. – Vol. 130. – P. 189–199.

6. Acute, food-induced moderate elevation of plasma uric acid protects against hyperoxia-induced oxidative stress and increase in arterial stiffness in healthy humans / J. Vukovic [and others] // *Atherosclerosis*. – 2009, November. – Vol. 207. – P. 255–260.

7. Well-trained, healthy triathletes experience no adverse health risks regarding oxidative stress and DNA damage by participating in an ultra-endurance event / K.-H. Wagner [and others] // *Toxicology*. – 2010, December. – Vol. 278. – P. 211–216.

30.03.2012

УДК 616.1:612.766.1]: 796/.799

**СПОРТИВНОЕ СЕРДЦЕ ПОД ЗАЩИТОЙ  
СОВРЕМЕННОЙ КАРДИОДИАГНОСТИКИ**

**Фролов А.В., д-р биол. наук, РНПЦ «Кардиология»;**

**Цехмистро Л.Н., НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

*Аннотация.*

*Разработана двухуровневая технология скрининга, контролирующая физиологический тракт «нервная система-сердце-сосуды-мышцы». Обследовано 45 высококвалифицированных спортсменов и 45 нетренированных лиц. У спортсменов выявлены умеренная брадикардия, уширение комплекса QRS и повышенная экономичность гемодинамики в покое. При нагрузках возрастает диапазон линейной зависимости частоты сердечных сокращений от мощности нагрузки, вегетативная нервная регуляция*

*переходит в режим гиперадаптации. Контроль механизмов вегетативной регуляции и предикторов электрической нестабильности миокарда улучшили качество и прогностическую мощь функционального контроля, снизили риск вероятных кардиоваскулярных осложнений. Предложен логистический алгоритм контроля резервов адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам.*

## **ATHLETE'S HEART UNDER THE PROTECTION OF TODAY'S CARDIODIAGNOSTICS**

### *Abstract.*

*Developed a two-level screening technology, to control the physiological path, "the nervous system–heart-blood vessels-muscles." Examined were 45 elite athletes and 45 untrained individuals. Athletes revealed a moderate bradycardia, QRS complex expansion and the increased efficiency of haemodynamics at rest. Defined was the increase of the linear correlation range of heart rates subject to power load; autonomic nervous control transits to hyper-adaptation mode. The implementation of control over the action of autonomic regulation and predictors of the cardiac muscle electric instability resulted in quality – and prognostic value of the functional control, reduced the risk of presumable cardiovascular complications. Suggested is the logistics control algorithm to monitor the reserves of adaptation of the cardiovascular system to physical loads.*

### *Введение.*

Организм профессионального спортсмена находится под влиянием физических нагрузок высокой мощности и психологического стресса, что обусловило 2,5–4,0 кратное увеличение риска внезапной смерти в сравнении с нетренированными сверстниками по данным Е.А. Гавриловой с соавт. (2010) и D.Corrado et al. (2005, 2011) [1, 8]. Основной причиной является внезапная сердечная смерть (ВСС), что концентрирует внимание спортивных медиков к состоянию сердечно-сосудистой системы (ССС). Мировым лидером в области организации функционального контроля является Италия, где на законодательном уровне массовый скрининг ССС у спортсменов обязателен. Технология скрининга включает семейный анамнез, физикальный осмотр и анализ ЭКГ в 12 отведениях. За 24 года удалось снизить ВСС у атлетов возраста 12–35 лет с 4,0/100000 до 0,5/100000 случаев в год [8]. В то время как у их сверстников, не занимающихся активным спортом, ВСС незначительно колебалась в пределах 0,9-1,0/100000 случаев в год. То есть, простейший скрининг с затратами 30 евро на человека позволил в 8 раз сократить частоту ВСС. Такой скрининг считается первичным, так как дает лишь допуск к спорту детям, студентам и спортсменам-любителям. При этом доля ложно-положительных дискриминирующих заключений остается относительно большой и составляет 7–9 %.

Для элитных спортсменов актуален вторичный скрининг, назначением которого является достижение пика или поддержание физической формы. Состояние ССС отражает физиологический потенциал организма и одновременно является лимитирующим фактором мышечной производительности, необходимой для достижения высоких спортивных результатов. Симптомы «спортивного» сердца, введенные еще F. Henshen (1899) и Г.Ф. Лангом (1936), не отражают полного синергизма с уровнем тренированности. У 1/3 спортсменов эти симптомы наблюдаются при ухудшении работоспособности, повышенной утомляемости, расстройствах сна и т. п. [2]. Применяемые диагностические технологии как правило ориентированы на выявление патологии, но не на оценку резервов адаптации. В частности, системно не анализируется полный физиологический путь «нервная система – сердце – сосуды – мышцы». Потому разработка новых методик

периодического функционального контроля элитных спортсменов на основе новейших достижений неинвазивной кардиодиагностики не утрачивает своей значимости.

*Цель работы* состоит в разработке методики вторичного скрининга для элитных спортсменов на основе контроля возможностей адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам высокой мощности.

*Материал, методы.*

Экспериментальные данные получены у 90 мужчин возраста от 18 до 26 лет. Основная группа: 45 спортсменов высшей квалификации по циклическим видам спорта (легкая атлетика, академическая гребля, лыжные гонки), средний возраст  $22 \pm 4$  года. Контрольная группа: 45 здоровых мужчин, не занимающихся спортом, средний возраст  $22 \pm 3$  года. Функциональные исследования спортсменов проводились на начальном и конечном этапах функциональной подготовки: 1-ое обследование выполнялось в начальной фазе годичного цикла подготовки, 2-ое обследование на конечной фазе годичного цикла подготовки. Лица контрольной группы не меняли свой привычный образ жизни, они также обследовались дважды с интервалом между обследованиями 6–8 месяцев. Сформированные группы сопоставимы по возрасту, полу и количественному составу ( $p > 0,1$ ).

При проведении скрининга использовался комплекс неинвазивных функциональных методов исследования ССС и нервной системы:

- опрос, семейный анамнез;
- измерение артериального давления;
- ЭКГ в 12 стандартных отведениях в покое;
- велоэргометрическая нагрузочная проба с ЭКГ-контролем от 50 до 350 Вт;
- центральная гемодинамика (ЦГД) по данным грудной реографии;
- периферическая гемодинамика (ПГД) нижних конечностей;
- вариабельность сердечного ритма (ВСР) по международному стандарту 1996 г.;
- маркеры электрической нестабильности миокарда (дисперсия интервала QT, турбулентность сердечного ритма, альтернация Т-зубца).

Использовалась сертифицированная аппаратура и программное обеспечение:

- 12-канальный цифровой электрокардиограф «Интекард» с программами «Интекард-3», «Интекард-4», «Интекард-7», «Бриз-М» (РНПЦ «Кардиология», ИМО «Интекард»);
- компьютерный реограф «Импекард-М» (ИМО «Интекард», МПОВТ).

*Результаты.*

Объем функционального обследования позволяет диагностировать электрофизиологическую активность и насосную функцию сердца, состояние магистральных сосудов, состояние вегетативной и нейрогуморальной регуляции, которые в комплексе обеспечивают кислородное питание мышц.

При выполнении ЭКГ-обследований у спортсменов, выявлены следующие признаки:

- умеренная брадикардия в покое,
- уширение комплекса QRS до верхней границы нормы (80-100 мс),
- отклонение электрической оси сердца (вправо или влево) после нагрузки.

В 70 % случаев наблюдались «гигантские» Т-зубцы в отведениях  $V_1-V_6$  ЭКГ. Высокие Т-зубцы предположительно отражают адекватное функциональное состояние сердца. Зарегистрированы случаи синусовой аритмии (18 %), единичные атриовентрикулярные блокады 1-ой степени (3 %), которые в совокупности отражают повышение тонуса блуждающего нерва. В 5 % случаев наблюдался синдром  $TV_1 > TV_6$ .

Адаптация ЦГД к физическим нагрузкам высокой мощности у спортсменов происходит по механизму повышения экономичности, то есть снижение производительности

миокарда на 19,7 % и повышение сопротивления сосудистого русла на 24,9 % для сохранения адекватного кровоснабжения в сравнении с группой контроля ( $p < 0,05$ ). Влияние физических нагрузок на ПГД у спортсменов проявилось в достоверном снижении кровенаполнения на 14,3 % и повышении сопротивления сосудов на 20,0 % по сравнению с 1-ым обследованием ( $p < 0,05$ ). Изменения параметров ПГД были полностью синергичны изменениям параметров ЦГД [5–7].

Исследование ВСР показало, что вегетативный гомеостаз у спортсменов характеризуется нормальным значением среднего квадратичного отклонения SDNN ( $74,3 \pm 4,6$  мс), достоверно высокой модой  $M_0$  ( $1016 \pm 26$  мс), низким значением стресс-индекса  $S_i$  ( $53,3 \pm 5,1$  усл. ед.), оптимальным отношением симпатовагусного баланса LF/HF ( $0,80 \pm 0,27$ ), достоверно меньшей долей высокой частоты HF ( $40,6 \pm 1,3$  %) и повышением очень низкой частоты VLF ( $28,1 \pm 1,1$  %) в сравнении с лицами из группы контроля ( $p < 0,05$ ) [5]. Эти показатели в совокупности отражают преобладание автономных механизмов регуляции над центральными, оптимальный симпатовагусный баланс и более высокую активность нейрогуморального отдела нейровегетативной регуляции. Согласно классификации А.Н. Флейшмана, вегетативная нервная система у спортсменов находится в высокоэнергетическом, гиперадаптивном состоянии [4]. Автономный тип регуляции дополнительно подтвержден малым количеством взаимокорреляционных связей между параметрами ВСР и гемодинамики в покое. Под влиянием физических нагрузок у спортсменов недостоверно возросли вариационный размах  $M_{xdMn}$  на 8,5 %, стресс-индекс  $S_i$  на 8,2 % и снизилась очень низкая частота VLF на 6,9 %. Тем не менее, очень низкая частота VLF, характеризующая активность нейрогуморального отдела, у спортсменов достоверно превышала значения VLF в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Повышение  $S_i$  и LF у спортсменов при 2-ом обследовании свидетельствовали об активации симпатического отдела регуляции к концу тренировочного цикла.

Физическая работоспособность оценивалась по данным велоэргометрического теста. У спортсменов линейный диапазон зависимости ЧСС от мощности нагрузки составил 225–250 Вт. Кроме того, обнаружен дополнительный линейный участок характеристики, начиная от 275 Вт. У нетренированных лиц верхняя граница линейного диапазона ограничена 225 Вт ( $p < 0,05$ ). У спортсменов дополнительно установлено достоверно высокое максимальное потребление  $O_2$ , чем у лиц контрольной группы (1-ый этап:  $3,8 \pm 2,6$  и  $3,2 \pm 1,2$  л/мин; 2-ой этап:  $3,5 \pm 2,4$  и  $3,2 \pm 1,4$  л/мин,  $p < 0,05$ ) соответственно [6].

При переходе от покоя к нагрузке у спортсменов в 8 раз при 1-ом обследовании и в 2,7 раз при 2-ом увеличилось количество корреляционных связей между параметрами ВСР и гемодинамики, что свидетельствовало о синергичной деятельности нервной регуляции и состоянием гемодинамики при нагрузке и, наоборот, преобладанию автономного типа регуляции в покое. У нетренированных лиц синергичность деятельности регуляторных механизмов и гемодинамики выражена более слабо.

#### *Обсуждение.*

Использование технологии скрининга позволяет, во-первых, снизить риск ВСС, во-вторых, контролировать динамику резервов адаптации ССС к физическим нагрузкам высокого уровня по данным прецизионного цифрового анализа ЭКГ.

Положительной симптоматикой является наличие грудных болей, одышка, учащенное сердцебиение и синкопальные состояния. ЭКГ позволяет выявить гипертрофии, нарушения сердечного ритма и проводимости, синдром WPW, депрессию ST, патологические QT и зубец T. При выявлении отклонений логистика предусматривает проведение более углубленной диагностики на основе эхокардиографии, доплерографии, томографии, ангиографии и холтеровского мониторирования. Эти методы дают возможность диагностировать основные виды патологии, приводящие к ВСС. Среди них гипертрофическая кардиомиопатия, дисплазия правого желудочка, атеросклероз коронарных

и магистральных артерий, мерцательная и желудочковая аритмия. Если у молодых атлетов < 35 лет лидирующей причиной ВСС является кардиомиопатия, то у лиц старшего возраста >35 лет на первый план выходит атеросклероз коронарных артерий.

Важной информационной функциональной компонентой является состояние вегетативной регуляции. При доминировании симпатического (LF/HF>2,2) либо парасимпатического (LF/HF<0,6) отдела у спортсмена объективно фиксируют признаки снижения адаптации, вызванной переутомлением.

Не менее важен контроль маркеров электрической нестабильности миокарда. При увеличении дисперсии QT>70 мс, обнаружении патологической турбулентности сердечного ритма и увеличении альтернации зубца T>30 % фиксируется гетерогенность процессов реполяризации миокарда. Это наиболее уязвимая фаза сердечного цикла с аритмогенной точки зрения. Особо важен такой контроль у спортсменов контактных видов спорта, где при столкновениях происходит сотрясение сердца (commotio cordis). Нормальный сердечный цикл нарушается на 2–3 с, что может привести к развитию фибрилляции желудочков. Так по данным D.Niwale в 80 % случаев ВСС в спорте постфактум была выявлена кардиомиопатия. Не исключено, что ей предшествовали нарушения процессов реполяризации и желудочковая аритмия.

Прием фармакологических препаратов необходимо сопровождать контролем маркеров электрической нестабильности. Препараты, которые помимо общеизвестных критериев отмены, удлиняют интервал QT, повышают его дисперсию и альтернацию T зубца, следует отменять.

#### *Заключение.*

Разработанная технология двухуровневого скрининга может служить основой для введения обязательного функционального контроля спортсменов всех уровней: от начинающих до элитных атлетов. Если первичный скрининг повышает общую безопасность наступления острых кардиоваскулярных событий, то вторичный скрининг содействует достижению высоких спортивных результатов. Состояние механизмов вегетативной регуляции и параметры электрической нестабильности миокарда улучшают качество и прогностическую мощь функционального контроля и снижают риск кардиоваскулярных осложнений.

#### *Список использованных источников*

1. Гаврилова, Е.А. Физические нагрузки и внезапная смерть / Е.А. Гаврилова, О.А. Чурганов // Кардиостим-2010: материалы IX Междунар. конгр., Вестник аритмологии, прил. А, Санкт-Петербург, 19–21 февр. 2010 г. – СПб., 2010. – С. 163.
2. Коваленко, В.Н., Методика врачебно-педагогических наблюдений / В.Н. Коваленко, Л.И. Жариков. – Минск, 1969. – 42 с.
3. Компьютерная оценка кардиографических признаков электрической нестабильности миокарда / А.Г. Мрочек [и др.] // Кардиология в Беларуси. – 2011. – №3. – С. 67–75.
4. Флейшман, А.Н. Вариабельность сердечного ритма и медленные колебания гемодинамики: нелинейные феномены в клинической практике / А.Н. Флейшман. – Новосибирск, 2009. – 194 с.
5. Цехмистро, Л.Н. Сопоставление данных сердечно-сосудистой системы и вариабельности сердечного ритма высококвалифицированных спортсменов и лиц, не занимающихся спортом / Л.Н. Цехмистро // Научные проблемы подготовки спортсменов Республики Беларусь к Олимпийским играм 2004 г.: материалы науч.-метод. конф., Минск, 2003. – С. 114–117.
6. Цехмистро, Л.Н. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы лыжников в подготовительном периоде двухлетней подготовки /

Л.Н. Цехмистро// Научно-практические проблемы спорта высших достижений – ВАН-КУВЕР 2010: материалы Междунар. конф., Минск, 4 июня 2009 г. / Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Респ. Беларусь. – Минск, 2009. – С. 140–144.

7. Цехмистро, Л.Н. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта к физическим нагрузкам / Л.Н. Цехмистро // Новости медико-биологических наук. – 2010. – №1. – С. 39–44.

8. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of the pre-participation screening program / D. Corrado [et al.] // JAMA 2006. – Vol. 296. – P. 1593–1501.

9. Hiwale D. Sudden cardiac death in sports: pre-participation screening of athletes // [http // Enzine Articles.com/expert=Dr.Deepak.Hiwale](http://Enzine Articles.com/expert=Dr.Deepak.Hiwale).

05.10.2011

РЕПОЗИТОРИЙ БГУФК