

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ, КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ АДАПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Клименко А.А.¹, Семерджян А.К.¹, Славинский Н.В.¹, Калинина И.Н.²

¹ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, e-mail: klimenkoa71@mail.ru;

²ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: kalininirina@yandex.ru

В статье представлен анализ многолетних исследований спортсменов ациклических видов спорта, специализации спортивные единоборства: дзюдо, грекоримская борьба, тяжелая атлетика, кикбоксинг и рукопашный бой. Проведен анализ основных гемодинамических показателей в покое и при выполнении кардиоваскулярных тестов. Данные уровня покоя расценены как результат долговременной адаптации к условиям многолетних тренировок в данном виде спорта. Полученные в процессе кардиоваскулярных нагрузок данные являются результатом срочного приспособления системы кровообращения к выполнению специфических для данных видов спорта нагрузок. В процессе длительного приспособления системы кровообращения у спортсменов ациклических видов спорта, специализирующихся в единоборствах нами выявлены: значения частоты сердечных сокращений в пределах нормативных значений, некоторое увеличение артериального давления и минутного объема кровообращения. Анализ составляющих спектральной мощности сердечного ритма в условиях относительного покоя показал, что у исследуемых спортсменов отмечается преобладание доли очень низкочастотного компонента (VLF>LF>HF), в регуляции сердечного ритма, что является признаком переутомления или вегетативной дисфункции. Наиболее вариативными, с позиции срочной адаптации у исследуемого контингента являются данные полученные при выполнении активного ортостаза и пробы с изометрической нагрузкой, которые сопровождались значительным увеличением доли симпатических влияний на сердечный ритм и централизацией в управлении ритмом сердца. Результаты исследования легли в основу шкал дифференцированной оценки функционального состояния системы кровообращения вышеуказанной группы спортсменов, для использования их в мониторинге при этапном контроле.

Ключевые слова: адаптация, единоборства, тяжелая атлетика, кикбоксинг, рукопашный бой, греко-римская борьба, гемодинамика, спектральный анализ ритма сердца

FUNCTIONAL TESTS, AS A CRITERION FOR EVALUATING ADAPTIVE PROCESSES OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN ATHLETES OF ACYCLIC SPORTS

Klimenko A.A.¹, Semerjyan A.K.¹, Slavinsky N.V.¹, Kalinina I.N.²

¹Kuban state agrarian university named after I. T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: klimenkoa71@mail.ru;

²Kuban state University of physical culture, sport and tourism, Krasnodar, e-mail: kalininirina@yandex.ru

The article presents the analysis of long-term studies of acyclic sports athletes, specialization of martial arts: judo, Greco-Roman wrestling, weightlifting, kickboxing and hand-to-hand combat. The analysis of the main hemodynamic parameters at rest and when performing cardiovascular tests was held. Resting level data are regarded as the result of long-term adaptation to the conditions of long-term training in this sport. Obtained in the process of cardiovascular activity are the result of urgent adaptations of the circulatory system to performance specific for these types of sport loads. In the process of long-term adaptation of the circulatory system in athletes of acyclic kind of sports specialized in martial arts was followed: the normal values of heart rate, arterial pressure increase and minute volume of blood circulation. Analysis of the components of the spectral power of the heart rhythm in the conditions of relative rest showed that in the examined athletes was noted the predominance of the very low-frequency component (VLF>LF>HF) in the management of the heart rhythm, which is a sign of fatigue or vegetative dysfunction. The most variable, from the position of urgent adaptation in the studied contingent are the data obtained in the performance of active orthostatic and samples with isometric load, which were accompanied by a significant increase in the proportion of sympathetic effects on heart rate and centralization in management of heart rate. The results of the study formed the basis for the scales of differentiated assessment of the functional state of the circulatory system of the aforesaid group of athletes for use in monitoring during the stage control.

Keywords: adaptation, martial arts, weightlifting, kickboxing, hand-to-hand fighting, Greco-Roman wrestling, hemodynamics, spectral analysis of heart rhythm

Согласно учению К.В. Судакова и его последователей, организм человека является комплексом саморегулирующихся систем, которые формируются под влиянием различных факторов внешней и внутренней среды на метаболической основе [1]. Функциональные системы при адаптации организма к изменяющимся условиям среды имеют свойство перестраиваться и задействовать при этой перестройке самые необходимые для поддержания гомеостаза свои элементы. Система кровообращения, являясь основным индикатором адаптивно-приспособительных процессов, в первую очередь, подвержена различным изменениям, при этом отражения этих изменений обусловлены активацией отделов вегетативной нервной системы. Физические нагрузки, а в приложении к спортивной деятельности, интенсивные мышечные тренировки, представляют собой наиболее типичные, хотя и сопряженные с определенными затратами, состояния, к которым приходится адаптироваться сердечно-сосудистой системе [2]. Именно поэтому мониторинг изменений, происходящих в этой системе, является ключевым при проведении срочного, текущего и этапного контроля за изменением состояния спортсмена. Анализ функционального состояния и физиологических резервов организма спортсмена, в том числе основной из систем, определяющих спортивный результат – сердечно-сосудистой, позволяет оценить значимость внутренних и внешних факторов в снижении работоспособности, что немаловажно для определения превентивных мер сохранения здоровья и спортивного долголетия [3].

В настоящее время ведущие биологи, физиологи, спортивные тренеры и врачи рассматривают процесс адаптации организма как приспособление строения и функций к условиям существования. В ходе адаптации формируются признаки и свойства, которые оказываются наиболее выгодными для живых существ и благодаря которым организм приобретает способность к существованию в конкретной среде обитания, а в приложении к спортивной практике – к различным видам нагрузок. Проблема состоит в том, чтобы «цена адаптации» не выходила за пределы индивидуального «лимита», не приводила к перенапряжению и истощению основных функциональных резервов организма [4]. К сожалению, в настоящее время крайне недостаточно исследований, посвященных изучению функциональных сдвигов, происходящих в организме спортсменов, связанных именно с тем видом деятельности, которому спортсмен подвержен в многолетнем тренировочном цикле [5]. Поэтому нами предпринято исследование, посвященное изучению изменения функционального состояния организма спортсменов специализации «спортивные единоборства» в процессе выполнения кардиоваскулярных тестов.

Методы и организация исследования

В исследовании участвовало 136 спортсменов ациклических видов спорта,

специализации единоборства: дзюдо (n=24), кикбоксинг (n=25), тяжелая атлетика (n=36), греко-римская борьба (n=24) и рукопашный бой (n=27), с разрядом от кандидата в мастера спорта до мастера спорта. Средний возраст спортсменов составлял – $21,4 \pm 0,3$ года. Все исследования осуществлялись в подготовительный период годового тренировочного цикла. Средний спортивный стаж для спортсменов - $6,3 \pm 0,5$ года. Тестирование, проводимое в лабораторных условиях, осуществлялось утром, перед тренировочными занятиями, трехкратно с соблюдением всех правил тестирования в условиях покоя [6, 7].

Центральная гемодинамика изучалась посредством метода тетраполярной реографии по W.G. Kubicek et al. (1966) в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавт. (1977), в условиях относительного покоя и при выполнении функциональных тестов. Данные были сопоставлены с данными эхокардиографии полученными в УМО. Изучались кардиоритмограмма и спектрограмма вариабельности ритма сердца. Оценивалась спектральная мощность волн высокой, низкой и очень низкой частоты. Первичное исследование проводилось в условиях относительного покоя (фоновая запись) в исходном положении лежа на спине после 5 мин отдыха, по Р.М. Баевского (1984) с помощью аппаратно-приборного комплекса «Рео-Спектр-2» компании «Нейрософт». Далее выполнялись функциональные тесты (кардиоваскулярные пробы). При анализе данных спектрограммы мы ориентировались на величины, приведенные в «Международном стандарте вариабельности ритма сердца» (BPC) (1996). Использовались следующие параметры: высокочастотные колебания (HF – high frequency) – колебания ЧСС при частоте 0,15-0,4 Гц, низкочастотные колебания (LF – low frequency) – диапазон частот 0,04-0,15 Гц; и очень низкочастотные колебания (VLF – very low frequency) в диапазоне частот 0,003-0,04 Гц. Измерение волн производилось в единицах мощности (mc^2) и в процентном соотношении вклада в общую мощность спектра.

Для оценки срочного приспособления системы кровообращения к специфическим нагрузкам осуществлялись нагрузочные кардиоваскулярные тесты по Ewing: фоновая запись показателей, проба с глубоким управляемым дыханием, проба Вальсальвы (с натуживанием), ортостаз, проба с изометрической нагрузкой. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ STATISTICA 6.0. Короткие участки электрокардиограммы (дыхательная проба, проба Вальсальвы) были обработаны методом цифровой фильтрации, путем вычисления скользящего среднего значения [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Показатели функционального состояния системы кровообращения, полученные в данном исследовании, были расценены нами, как результат долговременной адаптации к условиям многолетних мышечных нагрузок. При анализе фоновых показателей центральной гемодинамики выявлено, что данные спортсменов ациклических видов спорта находятся в

диапазоне нормативных значений лиц, не занимающихся спортом, и отличаются от последних лишь некоторым увеличением показателей артериального давления и минутного объема кровообращения: ЧСС – $71,3 \pm 8,7$ уд/ мин; АДс – $125,0 \pm 9,8$ мм рт.ст.; АДд – $71,8 \pm 7,4$ мм рт.ст.; Пульсовое давление варьировало в диапазоне – $53,3 \pm 8,6$ мм рт.ст.; Ударный объем сердца – $90,5 \pm 10,4$ мл; МОК – $6,3 \pm 0,2$ л. При этом наиболее высокие значения артериального давления как систолического, так и среднегемодинамического наблюдались у спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой. У представителей этой специализации диапазон систолического артериального давления составил $134,5 \pm 5,2$ мм рт.ст., при этом значения ударного объема и МОК, достоверных различий с аналогичными показателями спортсменов других исследуемых специализаций выявлено не было. Необходимо отметить, что значения систолического артериального давления этой группы спортсменов, а также и показатели диастолического артериального давления, превышают значения нормативных показателей здоровых лиц, не занимающихся спортом.

Принято считать, что в условиях относительного покоя для спортсменов характерно преобладание автономной регуляции в управлении сердечным ритмом, с высоким уровнем активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется низкими значениями частоты сердечных сокращений и увеличением ударного объема сердца. В этом случае наблюдается преобладание высокочастотного компонента в общей мощности спектра $HF > LF > VLF$, что согласно данным, полученным Н.П. Шлык [8] и других исследователей [9-11], свидетельствует об оптимальном состоянии регуляторных систем и достаточно часто встречается у спортсменов, особенно тренирующихся в видах спорта, требующих общей и специальной выносливости. Между тем, мы обнаружили, что для спортсменов ациклических видов спорта, участвующих в нашем исследовании, характерно в общей структуре спектра преобладание доли очень низкочастотного компонента ($VLF > LF > HF$), что, по мнению некоторых специалистов, трактуется как признак переутомления или вегетативной дисфункции. Несмотря на это, значения общей мощности спектра (TP, m^2) находились в диапазоне $4213,5 \pm 74,3$ усл.ед., что соответствует значениям удовлетворительной адаптации. Значения частоты сердечных сокращений, как уже было указано выше, не отличались от таковых значений у лиц, не занимающихся спортом. Склонности к брадикардии выявлено не было. Такое рассогласование с литературными данными, на наш взгляд может быть обусловлено спецификой мышечной деятельности, при которой в структуре тренировочной и соревновательной программы преобладают нагрузки скоростно-силового характера, не вызывающие значительной гипертрофии миокарда и явлений «спортивного сердца». Кроме того, для спортсменов, участвующих в исследовании,

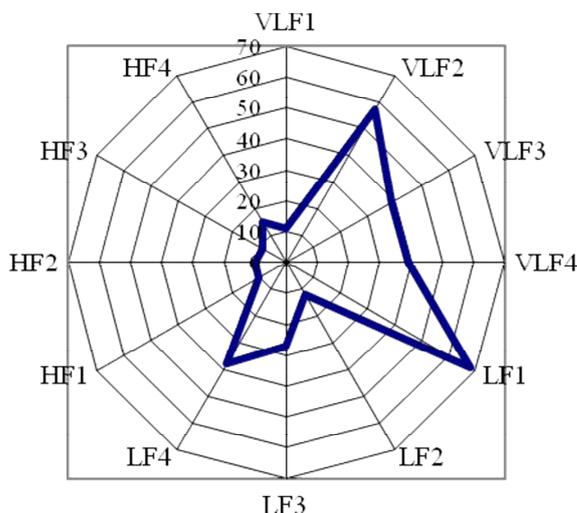
по видам спорта характерен достаточно высокий уровень развития координации, что вероятно и вызывает некоторую централизацию в управлении сердечным ритмом.

В настоящее время традиционным определением функционального резерва системы или всего организма в целом, определяется путем применения функциональных нагрузочных проб. Считается, что функциональный резерв системы тем выше, чем меньше необходимо усилий для приспособления организма к условиям покоя. Учитывая эту концепцию, для оценки срочной адаптации системы кровообращения к специфическим для единоборств нагрузкам, мы использовали кардиоваскулярные тесты, проводимые в определенном порядке: запись в покое → проба с управляемым глубоким дыханием в течение 1-й минуты → проба Вальсальвы с натуживанием (20 секунд) → постуральная нагрузка (активная ортостатическая проба) в течение 5-ти минут → проба с изометрическим напряжением мышц кисти и удержанием определенного усилия в течение 3-х минут. На наш взгляд, эти кардиоваскулярные тесты являются специфическими для вышеуказанных видов спорта в виду того, что в силу своей мышечной деятельности спортсмен и во время тренировок, и во время соревнований многократно задерживает дыхание, меняет положение своего тела и выполняет изометрические напряжения.

При оценке полученных результатов, нами получены заслуживающие внимания факты. Обнаружено, что проба с глубоким дыханием у спортсменов ациклических видов спорта вызывает уменьшение частоты сердечных сокращений, что является обусловленным самой пробой результатом и не вызывает сомнения. Однако для представителей тяжелой атлетики и рукопашного боя в пробе было затруднительным регулировать ритм дыхания и согласовывать акты вдоха и выдоха, которые были прерывистыми и недостаточно глубокими. Необходимо отметить, что полученные результаты, на выборке спортсменов этой группы были не единичными и подтверждены 3-х кратными исследованиями ВРС в этой пробе. На наш взгляд, тренерам вышеуказанных групп спортсменов необходимо обратить внимание на этот факт и уделить внимание дыхательным упражнениям в тренировочном занятии.

Достоверных изменений показателей центральной гемодинамики при выполнении пробы с натуживанием у исследуемого контингента не выявлено, что, по всей видимости, свидетельствует о специфичности нагрузок. Согласно специфике тренировочной и спортивной деятельности, спортсмены исследуемых специализаций выполняют весьма часто задержку дыхания с натуживанием, что характерно и для тяжелоатлетов, и для борцов, и для единоборцев. В этой пробе наблюдались изменения спектрального анализа, характеризующиеся резким увеличением доли очень низкочастотного компонента, при сохранении общей тенденции (VLF>LF>HF) (рис. 1). Централизация управления сердечным

ритмом наблюдалась во всех группах, что указывает на возникновение явлений напряжения адаптации.



Примечание: показатели VLF1, LF1, HF1 - глубокое дыхание, VLF2, LF2, HF2– проба Вальсальвы с натуживанием, VLF3, LF3, HF3– ортостатическая проба, VLF4, LF4, HF4– проба с изометрической нагрузкой.

Рис. 1. Данные спектрального анализа ритмограммы спортсменов ациклических видов спорта

Постуральная нагрузка в виде активного изменения положения тела у спортсменов ациклических видов спорта вызывала нормальную реакцию, что проявлялось лишь в некотором изменении показателей центральной гемодинамики, на недостоверно значимом уровне. В ортостатической пробе обнаружены вегетативные сдвиги, характеризующиеся достоверным увеличением более, чем в 5 раз ($P < 0,005$) симпатических влияний (по коэффициенту вагосимпатического баланса) с повышением активности центральных эрготропных структур. Общая мощность спектра (TP, mc^2) достоверно не изменилась ($P < 0,05$), что может свидетельствовать о некотором уменьшении физиологического резерва и соответственно, о снижении уровня адаптации. Наименее приспособленными к этому виду нагрузок оказались спортсмены специализации – тяжелая атлетика, у которых наблюдался выраженный прирост ЧСС.

Проба с изометрической нагрузкой у спортсменов ациклических видов спорта характеризовалась увеличением ЧСС до $83,7 \pm 8,4$ уд/мин; диастолического артериального давления до $90,3 \pm 7,4$ мм рт.ст.; МОК – $7,1 \pm 0,3$ л и уменьшением ПД до $44,3 \pm 12,3$ мм рт.ст.). Необходимо отметить, что, несмотря на то, что для спортсменов специализации тяжелая атлетика характерна большая мышечная масса, особенно верхних конечностей, данная проба вызывала у них наибольшие гемодинамические сдвиги. По всей видимости, данное явление обусловлено тем, что в силу спортивной деятельности тяжелоатлеты адаптированы лучше к

коротким мышечным усилиям, и в меньшей степени к длительному изометрическому напряжению. Среди показателей спектрального анализа выявлено резкое увеличение доли очень низкочастотного компонента и уменьшение высокочастотных влияний на сердечный ритм, что характеризует переход управления на более высокий уровень и вызывает централизацию в управлении сердечным ритмом. Необходимо отметить, что реакции коэффициента вагосимпатического баланса эта проба у спортсменов исследуемых групп не вызвала.

Заключение

На основе полученных данных уровня функционирования системы кровообращения спортсменов ациклических видов спорта (гемодинамических параметров и показателей вегетативной регуляции ритма сердца) нами были составлены шкалы дифференцированной оценки основных параметров, которые отражали функциональное состояние и физиологический резерв сердечно-сосудистой системы спортсменов, а также степень напряжения их адаптивных систем. Шкалы имели 5-ти разрядную стратификацию: высокий уровень функционирования, выше среднего, средний уровень, ниже среднего и низкий, в соответствие с делением 0,5 сигмы. Данные шкалы позволяют построить индивидуальный профиль спортсмена и сопоставить его с профилем «элитного спортсмена», что дает возможность спортивным врачам и тренерам определить уровень готовности спортсмена к переносимости нагрузок и учитывать его функциональное состояние для дозирования тренировочных нагрузок и выбора восстановительных мероприятий.

Список литературы

1. Судаков К.В. Общая теория функциональных систем / К.В. Судаков. – М.: Медицина, 1984. – 224 с.
2. Спортивный талант: прогноз и реализация: Монография / В.Б. Иссурин; пер. с англ. И.В. Шаробайко. – М.: Спорт, 2017. – 240 с.
3. Кирьянова М.А. Методика комплексной оценки центрального и периферического кровообращения квалифицированных спортсменов с учетом специфики мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 4 (88). – С. 13-19.
4. Фомин Н.А. Адаптация: общепфизиологические и психофизиологические основы / Н.А. Фомин. – М.: Изд-во Теория и практика физической культуры, 2003. – 383 с.
5. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине. – М.: Практика, 2011. – 671с.

6. Грачев С.В. Новые методы электрокардиографии / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов / под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Ивановой, А.Л. Сыркиной. – М.: Техносфера, 2007. – С. 473–496.
7. Кардиология. Национальное руководство: краткое издание / под ред. Ю. Н. Беленкова, Р. Г. Оганова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. —848 с
8. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский ун-т, 2009. – 255 с.
9. Калабин О.В. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов с силовой направленностью тренировочного процесса / О.В. Калабин, А.П. Спицин // Новые исследования. – 2011. - № 4(29). – С. 124-131.
10. Зиддинова Л.М. Вариабельность сердечного ритма у высококвалифицированных спортсменов на фоне физического перенапряжения (обзор литературы) / Л.М. Зиддинова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2017. - Т. 17, № 3. - С. 96-100.
11. Гаврилова В.А. Вариабельность ритма сердца и спорт / В.А. Гаврилова // Физиология человека. – 2016. - Т. 42, № 5. - С. 121-129.