

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЮНЫХ ТХЭКВОНДИСТОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Д.А. Сарайкин, М.С. Терзи, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова
Челябинский государственный педагогический университет

Показана динамика функционального состояния сердечно-сосудистой системы по результатам variability сердечного ритма в подготовительном, соревновательном и восстановительном периодах тренировочного процесса.

Ключевые слова: тхэквондо, variability сердечного ритма, вегетативный показатель ритма, индекс вегетативного равновесия, индекс напряжения.

Важнейшей системой жизнеобеспечения организма и, следовательно, важнейшим индикатором адаптационных возможностей является функциональная система сердца. Она рассматривается как ведущий показатель, отражающий целостное состояние организма и его адаптивные возможности. Поэтому изучение особенностей реактивности сердечно-сосудистой системы (ССС) юных тхэквондистов на действие физических нагрузок в тренировочном процессе обусловлено тем, что акцент мышечных и психоэмоциональных нагрузок смещается в сторону их чрезмерной интенсификации. Как следствие изнурительных и экстремальных тренировок, у юных спортсменов часто наблюдается высокая плата, иногда срыв адаптации и перетренированность [1, 2, 7, 9]. Поэтому, чтобы вовремя заметить симптомы перетренированности, необходимо четко понимать специфику реактивности динамики индикаторов функционального состояния кардиореспираторной системы организма спортсменов как интегрального физиологического показателя особенностей адаптации к повышенным нагрузкам подготовительного тренировочного макроцикла [6, 9, 10].

Исследование реактивности динамики индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов на подготовительном, соревновательном периодах тренировочного процесса дает возможность определения границ нормы variability колебаний основных параметров гомеостаза системы кровообращения при воздействии интенсивных нагрузок [4, 5].

Анализ variability сердечного ритма является информационным методом оценки состояния процессов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности, общей активности таких процессов, как гуморально-гормональных, симпато-парасимпатических в центральном и периферическом отделах вегетативной нервной системы. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и мно-

гоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального для организма приспособительного ответа. Параметры интегральны по функции и усреднены по времени, а также отражают адаптационную реакцию целостного организма [3, 6, 8, 10].

Цель исследования: оценить адаптивные возможности ССС юных тхэквондистов при физической нагрузке на разных этапах тренировочного процесса по показателям variability сердечного ритма.

Методы исследования. Исследование проводилось в научно-исследовательском центре «Адаптация организма спортсменов к физической нагрузке разной интенсивности» в лаборатории «Функциональные резервы кардиореспираторной системы» при кафедре «Теоретические основы физической культуры» ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет».

В исследовании приняли участие юные спортсмены (1–2-го разрядов), юноши 15–16 лет в количестве 30 человек, имеющие тренировочный стаж не менее 4 лет. Контрольную группу составили 16 юношей, отнесенные к I и II группам здоровья, учащиеся общеобразовательных школ, обучающиеся по основной программе (3 часа физической культуры в неделю).

Планирование тренировочного процесса в тхэквондо связано с подготовкой и участием в спортивных соревнованиях и предусматривает разделение годовых циклов на три периода: подготовительный (5 мес.), соревновательный (5 мес.) и восстановительный, или переходный (2 мес.).

Оценивались особенности динамики индикаторов функционального состояния ССС при помощи цифрового анализатора биоритмов, программно-аппаратного комплекса «Омега-М». Применялись временные и частотные методы анализа variability сердечного ритма (ВСР). Рассчитывалось до 40 показателей, характеризующих ВСР, соответствующих требованиям международ-

ных стандартов, опубликованных в 1996 г. Полученный экспериментальный материал был сведен в электронные таблицы Microsoft Excel 2007 и обработан с использованием общепринятых математико-статистических методик расчета основных параметров выборочных распределений.

Результаты исследования и их обсуждение.

В табл. 1 представлены данные ВСП юных тхэквондистов 15–16 лет в динамике тренировочного процесса: в подготовительном, соревновательном и восстановительном периодах тренировки. Индикаторы функционального состояния ССС по показателям ВСП стали изменяться **по окончании подготовительного периода** тренировочного процесса в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о снижении «централизации» регуляции миокарда и о позитивных экономизирующих перестройках ССС юных тхэквондистов. Так, например, по окончании подготовительного периода ЧСС снизилась на 4,3 %, что свидетельствует о снижении симпатического напряжения и перестройках экономизирующего характера в функциях ССС; ВПР снизился на 15,40 %; ИВР повысился на 18,30 %; АПР увеличился на 19,30 % ($P \leq 0,01$). Эти три показателя оставались в пределах нормы и указывали на усиление активности парасимпатического отдела вегетативной нервной регуляции ССС. Данные показатели свидетельствуют о симватности физиологических сдвигов в сердце.

Величина ИН у тхэквондистов **по окончании подготовительного периода** тренировочного про-

цесса увеличилась (см. табл. 1) на 20,30 %. Интегральный показатель здоровья (Health) увеличился по окончании подготовительного периода на 5,40 %, что свидетельствует о рациональном процессе подготовки тхэквондистов. По результатам анализа реактивности динамики индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов **на соревновательном этапе** тренировочного процесса следует: динамика индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов на этом этапе характеризуется тенденцией к их снижению в связи с экстремальностью соревновательной деятельности в тхэквондо; на уровне вегетативной нервной системы регуляции функционального состояния ССС у юных тхэквондистов при физической нагрузке соревновательного тренировочного периода нами установлено возрастание симпатотонии.

В восстановительном периоде индикаторы функционального состояния ССС по показателям ВСП постепенно изменялись в связи с усилением активности парасимпатического отдела ВНС. Так, ВПР снизился на 13,10 %; ИВР увеличился на 12,20 %; АПР – на 13,60 %, оставшись в пределах нормы (см. табл. 1). Представленные выше данные однозначно свидетельствуют об экономизирующих адаптивных процессах в сердце.

Величина ИН у тхэквондистов по окончании восстановительного периода по сравнению с соревновательным снизилась на 16,70 %, что свидетельствует об устойчивой фазе адаптации ССС к физическим нагрузкам. Интегративная деятельность миокарда по данным ВСП отражала тенденцию

Таблица 1

Индикаторы функционального состояния ССС юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса ($\bar{X} \pm \delta$)

Периоды тренировки	Показатели ВСП					
	ЧСС, уд./мин	ИВР, усл. ед.	ВПР, усл. ед.	АПР, усл. ед.	ИН, усл. ед.	Health, %
I – контроль, начало подготовительного периода, $n = 20$	65,54 ± 1,45	65,21 ± 5,44	0,52 ± 0,04	18,74 ± 1,01	30,66 ± 2,43	91,52 ± 5,67
II – конец подготовительного периода, $n = 20$ $P_I - P_{II}$	62,73 ± 1,32 $P \leq 0,05$	77,14 ± 4,89 $P \leq 0,01$	0,44 ± 0,06 $P \leq 0,01$	22,33 ± 1,56 $P \leq 0,01$	36,87 ± 3,56 $P \leq 0,01$	96,41 ± 4,54 $P \leq 0,05$
III – конец соревновательного периода, $n = 20$ $P_I - P_{III}$ $P_{II} - P_{III}$	64,51 ± 1,33 $P > 0,05$ $P \leq 0,05$	70,19 ± 4,12 $P > 0,05$ $P \leq 0,05$	0,46 ± 0,08 $P > 0,5$ $P > 0,5$	19,72 ± 1,3 $P > 0,05$ $P \leq 0,05$	39,48 ± 3,19 $P \leq 0,01$ $P > 0,05$	86,45 ± 4,54 $P > 0,05$ $P \leq 0,01$
IV – конец восстановительного периода, $n = 20$ $P_I - P_{IV}$ $P_{II} - P_{IV}$ $P_{III} - P_{IV}$	60,32 ± 2,78 $P < 0,01$ $P < 0,01$ $P < 0,01$	78,75 ± 5,18 $P < 0,01$ $P > 0,05$ $P < 0,01$	0,40 ± 0,04 $P < 0,01$ $P > 0,05$ $P > 0,05$	22,41 ± 2,16 $P < 0,01$ $P > 0,5$ $P \leq 0,05$	32,87 ± 5,98 $P > 0,5$ $P > 0,5$ $P < 0,01$	95,42 ± 7,92 $P > 0,5$ $P > 0,5$ $P < 0,01$

Статистический анализ ВСР и гистограммы кардиоинтервалов у юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса ($\bar{X} \pm \delta$)

Периоды тренировки	Показатели ВСР					
	RRNN, мс	SDNN, мс	CV, %	HF, мс ² /Гц	LF, мс ² /Гц	LF/HF, %
I – контроль, начало подготовительного периода, n = 20	1012,53 ± 18,6	85,41 ± 4,32	7,47 ± 1,22	0,34 ± 0,03	0,123 ± 0,02	0,35 ± 0,01
II – конец подготовительного периода, n = 20 <i>P_{I–II}</i>	1054,81 ± 19,4 <i>P ≤ 0,05</i>	89,76 ± 3,66 <i>P ≤ 0,05</i>	8,13 ± 1,64 <i>P ≤ 0,05</i>	0,39 ± 0,04 <i>P ≤ 0,01</i>	0,133 ± 0,03 <i>P ≤ 0,01</i>	0,33 ± 0,02 <i>P ≤ 0,05</i>
III – конец соревновательного периода, n = 20 <i>P_{I–III}</i> <i>P_{II–III}</i>	1027,64 ± 36,5 <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	85,32 ± 3,87 <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	7,41 ± 0,33 <i>P > 0,5</i> <i>P ≤ 0,05</i>	0,36 ± 0,03 <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	0,121 ± 0,02 <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	0,35 ± 0,01 <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>
IV – конец восстановительного периода, n = 20 <i>P_{I–IV}</i> <i>P_{II–IV}</i> <i>P_{III–IV}</i>	1095,46 ± 25,7 <i>P < 0,01</i> <i>P < 0,01</i> <i>P ≤ 0,05</i>	91,18 ± 4,81 <i>P < 0,01</i> <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	7,98 ± 0,27 <i>P > 0,05</i> <i>P > 0,05</i> <i>P ≤ 0,05</i>	0,41 ± 0,04 <i>P < 0,01</i> <i>P > 0,5</i> <i>P < 0,01</i>	0,135 ± 0,01 <i>P < 0,01</i> <i>P > 0,5</i> <i>P < 0,01</i>	0,31 ± 0,03 <i>P > 0,5</i> <i>P > 0,5</i> <i>P < 0,01</i>

Примечание: RRNN – средняя длительность RR-интервалов; SDNN – среднее квадратическое отклонение величин NN-интервалов анализируемой записи; CV – коэффициент вариации; HF – высокие частоты; LF – низкие частоты; LF/HF – соотношение симпатических и парасимпатических влияний.

к повышению адаптивных реакций в регуляторных системах CCC, о чем свидетельствует увеличение на 10,37 % показателя здоровья (Health).

Из анализа кардиоинтервалов подготовительного периода (табл. 2) следует, что показатели RRNN увеличились, значение SDNN увеличилось на 5,0 %; показатели CV увеличились на 8,8 %. Таким образом, все статистические показатели анализа ВСР у юных тхэквондистов в процессе подготовительного периода тренировочного процесса свидетельствуют об избирательной реактивности и чувствительности динамики индикаторов функционального состояния и поддержании сердечно-сосудистого гомеостаза за счет усиления активности парасимпатического контура регуляции в адапционных реакциях организма.

Из анализа результатов табл. 2 следует также, что показатели мощности высокочастотных колебаний **по окончании подготовительного периода** тренировочного процесса достоверно увеличились на 14,7 %, а показатели низкочастотной составляющей спектра повысились на 8,3 %, что свидетельствует о хорошей адаптации CCC юных тхэквондистов к физическим нагрузкам подготовительного периода тренировочного процесса.

Показатели соотношения симпатических и парасимпатических влияний по окончании подготовительного периода уменьшились незначительно – на 6,7 %, что является свидетельством увели-

чения ваготонии и более высокого уровня управления функциональным состоянием CCC тхэквондистов при их адаптации к физическим нагрузкам.

Показатели мощности высокочастотных колебаний **по окончании соревновательного периода** (см. табл. 2) тренировочного процесса достоверно уменьшились на 7,7 %, а соотношение LF/HF имело тенденцию к повышению, что свидетельствует о появлении симпатических влияний при управлении CCC и развившихся процессах утомления, снижающих уровень функционального состояния CCC юных тхэквондистов при включении физических и психоэмоциональных нагрузок соревновательного периода тренировочного процесса.

В восстановительном периоде по сравнению с соревновательным показатель RRNN достоверно увеличился на 6,60 %; значение SDNN – на 6,70 %; показатели CV – на 7,70 %. Статистические показатели анализа ВСР у тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса свидетельствуют об избирательной реактивности динамики индикаторов функционального состояния и поддержании сердечно-сосудистого гомеостаза за счет усиления активности парасимпатического контура регуляции в адапционных реакциях организма у данных спортсменов.

Показатели мощности высокочастотных колебаний **в восстановительном периоде** достовер-

но увеличились на 13,90 %; показатели низкочастотных составляющих спектра повысились на 11,60 %, оставшись при этом в пределах верхней границы нормы; соотношение симпатических и парасимпатических влияний уменьшилось на 11,40 %. Преобладание в модуляции сердечного ритма парасимпатического отдела регуляции свидетельствует об улучшениях регуляции сердца при долговременной адаптации в восстановительном периоде.

Таким образом, при анализе реактивности индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов в подготовительном, соревновательном, восстановительном периодах тренировочного процесса получены следующие результаты: в подготовительном периоде имеется тенденция к активизации парасимпатического контура регуляции, как и в восстановительном, а в соревновательном – симпатического контура регуляции; на уровне вегетативной нервной системы регуляция функционального состояния ССС происходит с преобладанием ваготонии в подготовительном и восстановительном периодах, а в соревновательном – с возрастанием доли симпатотонии; в спектральном анализе variability сердечного ритма юных тхэквондистов, адаптированных к применяемым физическими нагрузкам, преобладают парасимпатические волны высокочастотного диапазона, что является наиболее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам (подготовительный и восстановительный периоды), а в соревновательном – симпатического отдела регуляции, который является менее совершенным.

Существенно отметить, что наблюдается разнонаправленная динамика мощности высокочастотных и низкочастотных колебаний от подготовительного к соревновательному и далее к восстановительному периоду.

Литература

1. Агаджанян, Н.А. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям variability сердечного ритма / Н.А. Агаджанян // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 1. – С. 2–4.
2. Айзман, Р.И. Методика комплексной оценки

физического и психического здоровья, физической подготовленности студентов высших и средних профессиональных учебных заведений / Р.И. Айзман, Н.И. Айзман, А.В. Лебедев. – Новосибирск, 2009. – 100 с.

3. Артеменков, А.А. Динамика вегетативных функций при адаптации к физическим нагрузкам / А.А. Артеменков // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 4. – С. 59–61.

4. Баевский, Р.М. Проблема физиологической нормы: математическая модель функциональных состояний на основе анализа variability сердечного ритма / Р.М. Баевский, А.Г. Черникова // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2002. – Т. 2. – С. 11–17.

5. Быков, Е.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам / Е.В. Быков, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров // Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью: межвуз. конф. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 92–207.

6. Власенко, Р.Я. Особенности вегетативного обеспечения у спортсменов с различной готовностью к риску / Р.Я. Власенко, Ю.С. Салтыкова // Физиология адаптации: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2010. – С. 345–347.

7. Исаев, А.П. Полифункциональная мобильность и variability организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ. – 2010. – 502 с.

8. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца. Опыт клинического применения / В.М. Михайлов. – Иваново: Изд-во Иван. гос. мед. акад., 2002. – 306 с.

9. Сарайкин, Д.А. Функциональное состояние организма юных спортсменов на разных этапах тренировочного процесса (тхэквондо): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.А. Сарайкин. – Челябинск, 2012. – 24 с.

10. Терзи, М.С. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса / М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин // Вестн. Челяб. гос. пед. ун-та. – 2011. – № 12, ч. 1. – С. 349–360.

Поступила в редакцию 17 июня 2012 г.