

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ В ТЕЧЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ДНЯ

ЯКИМЕНКО С.Н., НОВИКОВА С.В., ХОДАСЕВИЧ Л.С., СТАРШИНОВ Д.В.

Изучена динамика индекса напряжения и адаптационного потенциала – интегральных показателей функционального состояния системы кровообращения у гимнасток в течение тренировочного дня. В результате исследования между данными показателями установлена прямая корреляционная зависимость. Динамика индекса напряжения и адаптационного потенциала у гимнасток в режиме тренировочного дня достаточно информативна для оценки «срочного» тренировочного эффекта.

Ключевые слова: индекс напряжения, адаптационный потенциал, гимнастки.

УДК 612

Уровень функционального состояния спортсмена существенно изменяется в процессе тренировки, при этом возможно возникновение различных преморбидных и донозологических состояний [1, 2, 3, 4]. Основную структуру сердечного ритма в физиологических условиях определяет синусовый узел, который является очень чувствительным и информативным звеном как в центральном, так и автономном управлении сердечно-сосудистой системой, которая считается индикатором адаптационных возможностей организма. Функционирование системы кровообращения поддерживается механизмами регуляции, путем изменения как межсистемных, так и внутрисистемных взаимодействий и взаимосвязей

Анализ сердечного ритма дает специфическую картину при индивидуальной оценке регуляторных систем организма. В спортивной медицине выделяется 3 аспекта его применения: оценка и прогнозирование физической тренированности, раннее выявление перетренированности и срочный контроль за тренировочным процессом с целью его оптимизации [5]. Такие исследования проводились с высококвалифицированными спортсменами, специализирующимися в марафоне [6], лыжном спорте [7], плавании [8], самбо [9]. В художественной гимнастике данный метод исследования использовался В.К. Макаренко [10] для оценки «срочного» эффекта восстановления в режиме одного тренировочного занятия. Поэтому целью наших исследований стало изучение состояния регуляторных систем организма на основе динамики индекса напряжения и адаптационного потенциала у гимнасток в режиме двух тренировочных занятий в день.

В исследованиях приняли участие 30 гимнасток в возрасте 13–15 лет с квалификацией от 1 разряда до мастера спорта. Стаж занятий избранным видом спорта составил 5–7 лет. Спортсменкам проводили антропометрию (рост, масса тела), определяли частоту сердечных сокращений, артериальное давление. Для исследования механизмов регуляции сердечного ритма и степени напряжения регуляторных механизмов использовали кардиоинтервалографию по методике Р.М. Баевского. Математический анализ ритма сердца производили по записи 100 кардиоциклов. С этой целью ЭКГ снималась в положении лежа на спине, во 2-м стандартном отведении при скорости лентопротяжного устройства 25 м/с. Рассчитывался интегральный показатель – индекс напряжения (ИН), характеризующий активность функционирования центральных механизмов регуляции сердечного ритма, степень централизации управления.

Адаптационный потенциал (АП) у гимнасток определялся расчетным способом по формуле [11]:

$$\text{АП} = 0,011(\text{ЧСС}) + 0,014(\text{САД}) + 0,008(\text{ДАД}) + 0,014(\text{В}) + 0,009(\text{МТ}) - 0,009(\text{Р} - 0,27),$$

где: АП – адаптационный потенциал (в баллах);

В – возраст (в годах);

МТ – масса тела (в кг);

Р – рост (в см).

АП является комплексным показателем, который отражает сложную структуру функциональных взаимосвязей, характеризующих деятельность системы кровообращения. Его величина тесно связана с основными параметрами гемодинамики, такими как: ударный и минутный объем крови, среднее динамическое давление, общее периферическое сопротивление, что позволяет судить о гемодинамическом гомеостазе. Оценка данного показателя проводилась по уровням функционального состояния, которые были предложены В.Н. Преображенским.

При проведении антропометрии было установлено, что рост гимнасток в среднем составил $157,1 \pm 2,4$ см, а масса тела – $41,8 \pm 2,3$ кг. ИН и АП определяли до и после 1-ой и 2-ой тренировок, а также на следующий день. Средние значения ИН и АП (табл. 1) до 1-ой тренировки равнялись соответственно $60,6 \pm 7,9$ усл. ед. и $1,9 \pm 0,1$ баллов; после 1-ой тренировки – $76,3 \pm 18,9$ усл. ед. и $2,2 \pm 0,1$ баллов; до 2-ой тренировки – $84,4 \pm 14,7$ усл. ед. и $1,9 \pm 0,1$ баллов; после 2-ой тренировки – $94,2 \pm 21,1$ усл. ед. и $2,3 \pm 0,1$ баллов; на следующий день – $81,0 \pm 8,4$ усл. ед. и $2,0 \pm 0,1$ баллов. Значения данных показателей при большой ошибке репрезентативности не выходили за пределы физиологической нормы для данного возраста [12, 13, 14].

Таблица 1

Динамика индекса напряжения и адаптационного показателя у гимнасток в течение тренировочного дня

Показатели	До 1-й тренировки	После 1-й тренировки	До 2-й тренировки	После 2-й тренировки	На следующий день
Индекс напряжения (усл. ед.)	$60,6 \pm 7,9$	$76,3 \pm 18,9$	$84,4 \pm 14,7$	$94,2 \pm 21,1$	$81,0 \pm 8,4$
Адаптационный показатель (баллов)	$1,9 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$
г	0,85	0,82	0,92	0,81	0,68

Отсутствие значимых различий в значениях ИН и АП дало основание предполагать наличие индивидуальных особенностей гимнасток, связанных с вегетативным статусом. Это позволило по значениям ИН выделить 3 группы спортсменок: I гр. – 12 чел. с ваготонией (ИН = 30-60 усл. ед.), II гр. – 10 чел. с нормотонией (ИН = 60-120 усл. ед.), III гр. – 8 чел. с симпатикотонией (ИН = 120-300 усл. ед.). В I гр. до 1-й тренировки ИН равнялся $34,1 \pm 2,1$, во II гр. – $52,3 \pm 2,8$, в III гр. $106,0 \pm 7,4$ усл. ед.; при этом АП составил соответственно $1,6 \pm 0,1$, $1,7 \pm 0,1$ и $2,5 \pm 0,1$ баллов. Таким образом, в III гр. исходные значения и ИН, и АП были самые высокие, а в I гр. – самые низкие (рис., табл. 2).

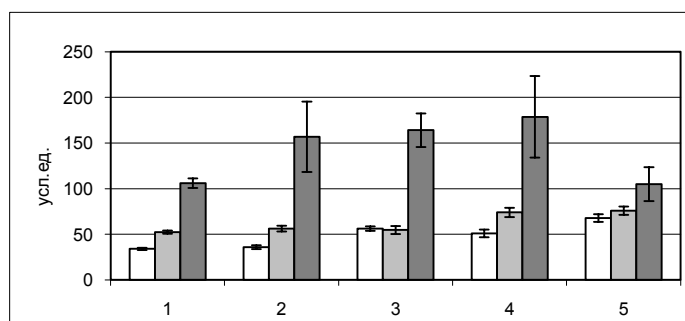


Рис. 1. Динамика индекса напряжения у гимнасток с учетом вегетативного статуса. Условные обозначения: □ – ваготония; ■ – нормотония; ■ – симпатикотония; 1 – до 1-ой тренировки; 2 – после 1-ой тренировки; 3 – до 2-ой тренировки; 4 – после 2-ой тренировки; 5 – на следующий день.

После 1-й тренировки ИН повысились во всех группах по сравнению с исходными значениями до тренировки: в I гр. с $34,0 \pm 2,1$ до $36,0 \pm 3,8$, во II – с $52,3 \pm 2,8$ до $56,1 \pm 5,1$, в III – с $106,0 \pm 7,4$ до $156,9 \pm 55,7$ усл. ед., но не достигли достоверно значимых отличий. АП также повысился во всех группах: в I гр. с $1,6 \pm 0,1$ до $2,0 \pm 0,1$ ($p > 0,05$), во II – с $1,7 \pm 0,1$ до $2,1 \pm 0,1$ ($p < 0,05$), в III – с $2,5 \pm 0,1$ до $2,7 \pm 0,2$ ($p > 0,05$) баллов (табл. 2). Полученные результаты свидетельствовали об утомлении гимнасток и централизации управления регуляторными механизмами сердечного ритма.

Таблица 2

Динамика индекса напряжения и адаптационного показателя в течение тренировочного дня в зависимости от вегетативного статуса гимнасток

Показатели	Группа	До 1-й тренировки	После 1-й тренировки	До 2-й тренировки	После 2-й тренировки	На следующий день
Индекс напряжения (усл. ед.)	I	$34,1 \pm 2,1$	$36,0 \pm 3,8$	$56,2 \pm 4,4^*$	$50,9 \pm 7,5^*$	$67,8 \pm 7,4^*$
	II	$52,3 \pm 2,8$	$56,1 \pm 5,1$	$54,7 \pm 7,2$	$74,0 \pm 8,1^*$	$76,0 \pm 7,3^*$
	III	$106,0 \pm 7,4$	$156,9 \pm 55,7$	$164,1 \pm 26,6$	$178,6 \pm 64,5$	$104,9 \pm 26,9$
Адаптационный показатель (баллов)	I	$1,6 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
	II	$1,7 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1^*$	$1,8 \pm 0,1^*$	$2,2 \pm 0,1^*$	$1,8 \pm 0,1^*$
	III	$2,5 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,1^*$	$2,55 \pm 0,04^*$

Примечания: I гр. – ваготония (12 человек), II гр. – нормотония (10 человек), III гр. – симпатикотония (8 человек); * – достоверность различий по сравнению с исходными значениями ($p < 0,05$).

Перед 2-й тренировкой наблюдались изменения значений ИН и АП в обследуемых группах по сравнению со значениями после 1-й тренировки. В I гр. ИН повысился с $36,0 \pm 3,8$ до $56,2 \pm 4,4$ усл. ед. ($p < 0,05$), при этом АП незначительно снизился с $2,0 \pm 0,1$ до $1,7 \pm 0,1$ баллов ($p > 0,05$). Во II гр. ИН незначительно снизился с $56,1 \pm 5,1$ до $54,7 \pm 7,2$ усл. ед. ($p > 0,05$), а АП снизился значимо с $2,1 \pm 0,1$ до $1,8 \pm 0,1$ баллов ($p < 0,05$). В III гр. ИН повысился с $156,9 \pm 55,7$ до $164,1 \pm 26,6$ усл. ед. ($p > 0,05$), а АП достиг исходного уровня, что могла свидетельствовать о восстановлении гимнасток (табл. 2). Все изменения ИН и АП перед 2-й тренировкой не выходили за пределы значений физиологической нормы.

После 2-й тренировки в I гр. ИН по сравнению с его значениями перед 2-й тренировкой снизился с $56,2 \pm 4,4$ до $50,9 \pm 7,5$ усл. ед. ($p < 0,05$), а АП, напротив, повысился с $1,7 \pm 0,1$ до $1,9 \pm 0,2$ баллов ($p > 0,05$). У гимнасток II гр. отмечалось увеличение ИН с $54,7 \pm 7,2$ до $74,0 \pm 8,1$ усл. ед. ($p < 0,05$), а АП с $1,8 \pm 0,1$ до $2,2 \pm 0,1$ баллов ($p < 0,05$). В III гр. наблюдалось повышение ИН с $164,1 \pm 26,6$ до $178,6 \pm 64,5$ усл. ед. ($p > 0,05$) и АП с $2,5 \pm 0,2$ до $2,9 \pm 0,1$ баллов ($p < 0,05$). Все изменения ИН и АП после 2-й тренировки также не выходили за пределы значений физиологической нормы (табл. 2).

На следующий день ИН повысился в I гр. по сравнению со значениями после 2-й тренировки с $50,9 \pm 7,5$ до $67,8 \pm 7,4$ усл. ед. ($p < 0,05$), а во II гр. – с $74,0 \pm 8,1$ до $76,0 \pm 7,3$ усл. ед.

($p < 0,05$). У спортсменок III гр. отмечалось снижение ИН с $178,6 \pm 64,5$ до $104,9 \pm 26,9$ усл. ед. ($p > 0,05$). Во всех группах имело место снижение АП: в I гр. с $1,9 \pm 0,2$ до $1,8 \pm 0,1$ ($p > 0,05$), во II – с $2,2 \pm 0,1$ до $1,8 \pm 0,1$ ($p < 0,05$), в III – с $2,9 \pm 0,1$ до $2,55 \pm 0,04$ ($p < 0,05$) баллов.

Таким образом, полученные результаты свидетельствовали о том, что в режиме тренировочного дня у гимнасток отмечена тенденция к увеличению ИН после каждого тренировочного занятия во всех выделенных группах. Это указывало на напряжение регуляторных механизмов [1, 2], что согласуется с результатами, полученными для оценки «срочного» эффекта восстановления в режиме одного тренировочного занятия у спортсменок в художественной гимнастике [10]. Данная тенденция сохранялась к следующему дню в I и II группах гимнасток, вегетативный статус которых характеризовался соответственно ваготонией и нормотонией. В этих группах у спортсменок в режиме одного тренировочного дня полного восстановления не наступило в отличие от гимнасток III гр., у которых значение ИН было близким к исходному. Тенденция увеличения значений АП наблюдалась у спортсменок в режиме одного тренировочного дня. Однако если в I и II группах он не превышал пороговых (не более 2,11 баллов) значений [15], то в III гр. достиг $2,55 \pm 0,04$ баллов. Вместе с тем, во всех группах степень адаптации гимнасток в режиме одного тренировочного дня была удовлетворительной.

Организм спортсмена относится к хорошо организованным, взаимоскоррелированным по своим внутренним параметрам биологическим системам. Надо полагать, что согласованность различных элементов системы кровообращения и различных уровней регуляции сердечного ритма у гимнасток в режиме тренировочного дня может меняться, что будет характеризовать изменения, происходящие в системе адаптации под влиянием физических нагрузок. С целью оценки межсистемных взаимодействий и анализа взаимосвязей между АП и ИН проведен корреляционный анализ по методу Спирмена.

Он выявил у гимнасток в режиме тренировочного дня наличие прямо пропорциональной зависимости между данными интегральными показателями (табл. 1). Взаимосвязь между АП и ИН до и после 1-ой тренировки была сильной (соответственно $r = 0,85$ и $0,82$ при $p < 0,01$). Наибольшая положительная взаимосвязь была обнаружена между изучаемыми показателями до 2-ой тренировки ($r = 0,92$ при $p < 0,01$) и несколько ниже после неё ($r = 0,81$ при $p < 0,01$). Выраженная корреляционная зависимость сохранялась и на следующий день после тренировки ($r = 0,68$ при $p < 0,01$).

Таким образом, результаты корреляционного анализа свидетельствовали о том, что в режиме тренировочного дня у гимнасток взаимосвязь между сердечно-сосудистой системой и степенью централизации в управлении сердечным ритмом не только сохраняется, но и меняется. При этом динамика интегральных показателей функционального состояния системы кровообращения у гимнасток достаточно информативна для оценки «срочного» тренировочного эффекта. Поэтому ИН и АП следует использовать для коррекции тренировочного процесса не только в гимнастике, но и в других видах спорта.

Примечания:

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: «Медицина», 1997. 236 с.
2. Бачу Г.С., Филявич А.Е., Николаевская Ю.Л. Электро-, поли-, интервалокардиография у спортсменов. Кишинев: Штиинца, 1989. 148 с.
3. Воробьев В.И. Исследование математико-статистических и периодических характеристик сердечного ритма спортсменов // Теория и практика физической культуры и спорта. 1980. № 2. С. 21-24.
4. Голубчиков А.М. Ритм и частота сердечных сокращений у спортсменов различной квалификации и специализации // Теория и практика физической культуры и спорта. 1987. № 1. С. 43-44.
5. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 220 с.
6. Коновалов В.Н. Построение этапа непосредственной предсоревновательной подготовки бегунов на сверхдлинные дистанции: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1986. 22 с.
7. Богатов А.А. Связь индекса напряжённости регуляторных систем и других показателей сердечного ритма со специальной работоспособностью лыжников-гонщиков // Теория и

практика физической культуры. 2003. № 1. С. 54-55.

8. Соломина Т.В., Вовченко Л.И. Планирование тренировочного процесса пловцов на основе непрерывного контроля сердечного ритма // Теория и практика физической культуры. 2000. № 4. С. 28-31.

9. Исаев А.П. Особенности вегетативной регуляции волновых процессов центральной и периферической гемодинамики юных спортсменов (на примере самбо) // Теория и практика физической культуры. 2002. № 1. С. 40-44.

10. Макаренко В.К. Педагогические средства срочного восстановления в учебно-тренировочном процессе квалифицированных спортсменок в художественной гимнастике: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1987. 19 с.

11. Преображенский В.Н. Медицинская реабилитация летного состава на санаторном этапе. М.: Полет, 1996. 116 с.

12. Галеев А.Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учетом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1999. С. 22.

13. Морфофункциональные константы детского организма: справочник / Под ред. В.А. Доскина. М.: Медицина, 1987. 320 с.

14. Хрипкова А.Г., Андропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена. М.: Педагогика, 1996. 432 с.

15. Прокопьев Н.Я., Низмутдинова В.И., Альберт Л.Н. Показатели уровня адаптационного потенциала у студентов перед проведением экзаменационной сессии // Вестник ЮУрГУ. 2003. №5 (б). С. 87-90.

Сведения об авторах:

Якименко Сергей Николаевич,

канд. пед. наук, доцент, заместитель директора Бюджетного учреждения здравоохранения Омской области «Центр восстановительной медицины и реабилитации» (г. Омск).

Новикова Светлана Валерьевна,

канд. пед. наук, доцент Башкирского института физической культуры (г. Уфа).

Ходасевич Леонид Сергеевич,

д-р мед. наук, профессор Сочинского государственного университета (г. Сочи).

Старшинов Денис Владиславович,

аспирант Сочинского государственного университета (г. Сочи).

ATHLETES' CIRCULATORY SYSTEM FUNCTIONAL STATE THROUGHOUT THE TRAINING DAY

YAKIMENKO S.N., NOVIKOVA S.V., KHODASEVICH L.S., STARSHINOV D.V.

The article studies tension index and adaptation potential – integral indicators of women-gymnasts' circulatory system functional state throughout the training day. The study proves there is direct correlation dependence between these indicators. Women-gymnasts' tension index and adaptation potential throughout the training day are informative enough to estimate "urgent" training effect.

Keywords: tension index, adaptation potential, women-gymnasts.

UDC 612