

УДК 612:796.1].08

**Корреляционные связи индекса напряжения и адаптационного потенциала у гимнасток с разным вегетативным статусом при использовании восстановительных мероприятий в режиме тренировочного дня**

<sup>1</sup> Сергей Николаевич Якименко

<sup>2</sup> Светлана Валерьевна Новикова

<sup>3</sup> Алексей Васильевич Полуструев

<sup>4</sup> Леонид Сергеевич Ходасевич

<sup>5</sup> Антонина Валентиновна Полякова

<sup>1</sup> Центр восстановительной медицины и реабилитации Министерства здравоохранения Омской области, Россия

644045, г. Омск, ул. Блюхера 18 «А»

Кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: yakimenko-s@yandex.ru

<sup>2</sup> Башкирский институт физической культуры, филиал Уральского государственного университета физической культуры, Россия

450000, г. Уфа, ул. Коммунистическая, 67

Кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: novikova@fitnesspark.ru

<sup>3</sup> Центр восстановительной медицины и реабилитации Министерства здравоохранения Омской области, Россия

644045, г. Омск, ул. Блюхера 18 «А»

Доктор педагогических наук, профессор

E-mail: cvmr\_mail@minzdrav.omskportal.ru

<sup>4</sup> Сочинский государственный университет, Россия

354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская 26-а

Доктор медицинских наук, профессор

E-mail: nic\_kir@mail.ru

<sup>5</sup> Сочинский государственный университет, Россия

354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская 26-а

Кандидат биологических наук, доцент

E-mail: av-polyakova@list.ru

**Аннотация.** Использование физических средств восстановления (вибровоздействия, массаж) в тренировочном процессе гимнасток с разным вегетативным статусом влияет на показатели вариабельности ритма сердца и адаптационный потенциал, что позволяет дифференцировано использовать их для восстановительных мероприятий, избирательно воздействовать на организм спортсменок, снижать напряженность регуляторных механизмов.

**Ключевые слова:** индекс напряжения; адаптационный потенциал; гимнасты; корреляционная зависимость; физические методы восстановления.

**Актуальность.** Оценка показателей вариабельности ритма сердца создает возможность подойти к научному прогнозированию физических возможностей спортсменов, решать вопросы отбора детей для занятий спортом. Исследование вариабельности ритма сердца позволяет оценить текущее функциональное состояние и адаптационный потенциал спортсменов, способствуя более рациональному построению режима тренировок, своевременному выявлению дезадаптации и перетренированности [1]. Общеизвестно, что уровень функционального состояния различных систем может существенно изменяться в процессе спортивной тренировки [2, 3], а также при наличии индивидуальных особенностей спортсменов, обусловленных вегетативным статусом [4]. Вместе с тем особую роль в восстановлении работоспособности атлетов и повышении их функциональных возможностей играют физические средства восстановления. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязей индекса напряжения (ИН)

и адаптационного потенциала (АП) у гимнасток с разным вегетативным статусом в режиме тренировочного дня при дифференцированном использовании восстановительных средств.

**Материалы и методы.** В исследованиях приняли участие 30 действующих гимнасток в возрасте 13–15 лет с квалификацией 1 разряд – мастер спорта. Стаж занятий избранным видом спорта составил 5–7 лет. Исследование заключалось в определении влияния тренировочной нагрузки и физических средств восстановления (вибровоздействия, массаж), выполненных с различной направленностью действия, на ИН и АП у гимнасток. Данные показатели определяли до и после 1-й тренировки, после вибровоздействий (тонизирующей направленности), до и после 2-й тренировки, после ручного массажа (релаксирующей направленности) и на следующий день. Кроме того, проводили определение частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления, антропометрия (рост, вес). АП определяли расчетным способом по формуле [5]:

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

где: АП – адаптационный потенциал (в усл. ед.);

В – возраст (в годах);

САД – систолическое артериальное давление (в мм рт. ст.);

ДАД – диастолическое артериальное давление (в мм рт. ст.);

МТ – масса тела (в кг);

Р – рост (в см).

Для исследования механизмов регуляции сердечного ритма и степени напряжения регуляторных механизмов использовали метод кардиоинтервалографии по Р.М. Баевскому [6]. Математический анализ ритма сердца производили по записи 100 кардиоциклов. С этой целью ЭКГ регистрировали в положении лежа на спине, во 2-м стандартном отведении при скорости лентопротяжного устройства 25 м/с. Рассчитывали интегральный показатель – индекс напряжения (ИН), характеризующий активность функционирования центральных механизмов регуляции сердечного ритма, степень централизации управления. В зависимости от вегетативного статуса, определенного по значениям ИН [4], всех гимнасток разделили на 3 группы. В I гр. (12 чел.) у спортсменок отмечали ваготонию (при ИН = 31,2±3,8 усл. ед.), во II гр. (10 чел.) – нормотонию (при ИН = 51,7±3,4 усл. ед.), в III гр. (8 чел.) – симпатикотонию (при ИН = 103,3±17,3 усл. ед.). Для определения корреляционных зависимостей между показателями использовали непараметрический критерий Спирмена.

**Результаты.** Исходные величины ИН и АП (табл.) у спортсменок не выходили за пределы физиологической нормы для данного возраста [7, 8, 9]. После 1-й тренировки значения ИН по сравнению с исходным уровнем возрастали: в I гр. с 31,2±3,8 до 69,9±15,6 усл. ед. ( $p < 0,05$ ); во II гр. с 51,7±3,4 до 81,9±14,8 усл. ед. ( $p > 0,05$ ); в III гр. с 103,3±17,3 до 119,2±16,9 усл. ед. ( $p > 0,05$ ). АП в этих группах изменился незначительно и не выходил за пределы физиологической нормы (табл.). После проведения вибровоздействий отмечали повышение уровня ИН по сравнению с предыдущим его определением: в I гр. с 69,9±15,6 до 98,7±25,3 усл. ед. ( $p < 0,05$ ); во II гр. с 81,9±14,8 до 105,3±10,0 усл. ед. ( $p > 0,05$ ); в III гр. с 119,2±16,9 до 149,1±17,8 усл. ед. ( $p > 0,05$ ). Аналогичная тенденция была характерна и для АП, который также возрастал (табл.): в I гр. с 2,0±0,1 до 2,2±0,1 баллов ( $p > 0,05$ ); во II гр. с 1,8±0,2 до 2,4±0,02 баллов ( $p < 0,05$ ), что было достоверно выше и по сравнению с исходным значением ( $p < 0,05$ ). В III гр., напротив, наблюдалось снижение значения АП с 2,4±0,2 до 2,2±0,2 баллов ( $p > 0,05$ ). До 2-й тренировки у гимнасток всех групп отмечалось снижение ИН: в I гр. с 98,6±25,3 до 41,3±4,5 усл. ед. ( $p < 0,05$ ); во II гр. с 105,3±10,0 до 45,6±2,2 усл. ед. ( $p > 0,05$ ); в III гр. с 149,1±17,7 до 84,9±15,0 усл. ед. ( $p < 0,05$ ). АП во всех группах также имел тенденцию к снижению: в I гр. с 2,2±0,11 до 1,7±0,08 балла ( $p < 0,05$ ), во II гр. с 2,4±0,02 до 1,9±0,22 балла ( $p < 0,05$ ), в III гр. с 2,2±0,17 до 1,8±0,11 балла ( $p > 0,05$ ), что было достоверно меньше по сравнению и с исходным его значением (табл.). После 2-й тренировки у гимнасток всех групп произошло значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение ИН по отношению к значениям, полученным до 2-й тренировки, а также к исходным (табл.). Аналогичные изменения присутствовали в значениях АП в I и в III группах. При этом увеличение показателей в III гр. (с 1,8±0,11 до 2,5±0,28 балла) относительно результатов после 2-й тренировки и в I гр. (с 1,7±0,08 до 2,3±0,16 баллов) – в сравнении с исходными данными и после 2 тренировки имели достоверный характер. Во II гр. значения АП (с 1,9±0,22 до 2,3±0,26 балла) увеличились и достигли значимых различий ( $p < 0,05$ ) относительно только исходного уровня.

После проведения ручного массажа (релаксирующей направленности) наблюдалось достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение значений ИН во всех группах: в I гр. с  $132,7 \pm 20,5$  до  $84,7 \pm 11,8$  усл. ед.; во II гр. с  $167,2 \pm 22,6$  до  $126,3 \pm 13,4$  усл. ед. по отношению к исходному уровню и к значениям после 2-й тренировки; в III гр. с  $235,8 \pm 41,0$  до  $218,3 \pm 38,4$  усл. ед. – только в сравнении с исходным уровнем (табл.). В значениях АП отмечалось также снижение во всех группах, при этом во II гр. с  $2,3 \pm 0,26$  до  $2,0 \pm 0,12$  балла ( $p > 0,05$ ). Данные изменения достигли достоверно значимых ( $p < 0,05$ ) различий относительно исходного уровня. На следующий день у гимнасток всех групп наблюдалось дальнейшее снижение ИН ( $p < 0,05$ ) в сравнении с результатами, полученными после проведения ручного массажа. Также отмечалось уменьшение во всех группах (табл.) значений АП, при этом достоверные изменения в сравнении с исходными данными отмечались в I гр. ( $p < 0,05$ ). Организм спортсмена – это взаимоскоррелированная биологическая система. Надо полагать, что при дифференцированном использовании физических средств реабилитации, чем больше согласована деятельность различных элементов системы кровообращения и различных уровней регуляции сердечного ритма, тем эффективнее процесс восстановления и выше функциональные резервы системы адаптации к физическим нагрузкам. В связи с вышеизложенным для оценки наличия, характера и степени выраженности взаимосвязи между АП сердечно-сосудистой системы и ИН, отражающим степень централизации в управлении сердечным ритмом, был проведен корреляционный анализ. Он позволил также оценить влияние вибровоздействий и массажа на взаимосвязи изучаемых интегральных показателей. Обнаружены особенности зависимости между значениями АП и ИН, обусловленные исходным уровнем вегетативной регуляции. В I гр. (ваготония) достоверно высокие значения прямой связи между изучаемыми показателями были выявлены после 1-й тренировки и после вибровоздействия (соответственно  $r = 0,94$ , при  $p < 0,005$  и  $r = 0,83$  при  $p < 0,05$ ). В III гр. (симпатотония) достоверно высокие значения прямой связи между изучаемыми показателями были отмечены после 2-й тренировки ( $r = 0,79$  при  $p < 0,05$ ), после массажа ( $r = 0,86$  при  $p < 0,02$ ) и на следующий день ( $r = 0,96$  при  $p < 0,001$ ). Во II гр. (нормотония) результаты анализа оказались не достоверны. Влияние дифференцированного использования средств восстановления на взаимосвязь между значениями АП и ИН также имело существенные различия. Так, если после массажа связь была прямой и достаточно выраженной ( $r = 0,60$  при  $p < 0,02$ ), то после вибровоздействия она отсутствовала. Поэтому был проведен корреляционный анализ между показателями регуляции сердечного ритма (моды, амплитуда моды, минимум, максимум, интервал) и такими составляющими АП, как САД, ДАД и ЧСС. В результате чего было обнаружено, что при вибровоздействии тонизирующей направленности как положительные, так и отрицательные связи между составляющими АП и ИН отсутствовали. Вместе с тем после массажа имелись значимые выраженные отрицательные зависимости между ЧСС и модой ( $r = -0,76$  при  $p < 0,001$ ), между ЧСС и интервалом (размахом) ( $r = -0,57$  при  $p < 0,05$ ), между ЧСС и максимальным значением кардиоинтервала в выборке ( $r = -0,71$  при  $p < 0,01$ ). Результаты корреляционного анализа указывали на то, что массаж релаксирующей направленности, проводимый после 2-й тренировки снижает симпатическую и повышает парасимпатическую активность вегетативной нервной системы, а вибровоздействие тонизирующей направленности, не оказывая существенного влияния на межсистемные связи механизмов регулирования, обеспечивает сохранность высокого исходного уровня функционирования физиологических систем ко времени наступления 2-й тренировки.

Таблица 1

**Корреляционные взаимосвязи индекса напряжения и адаптационного потенциала у гимнасток с разным вегетативным статусом в режиме тренировочного дня при использовании восстановительных мероприятий**

Показатели	Группы	До 1-й тренировки	После 1-й тренировки	После вибровоздействия	До 2-й тренировки	После 2-й тренировки	После массажа	На следующий день
Индекс напряжения (усл. ед.)	I	$31,3 \pm 3,8$	$69,9 \pm 15,6^1$	$98,7 \pm 25,3^2$	$41,3 \pm 4,5^2$	$132,7 \pm 20,6^{1,2}$	$84,7 \pm 11,9^{1,2}$	$29,2 \pm 4,0^2$

Адаптационный показатель (баллов)		1,8±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1 <sup>1</sup>	1,7±0,1 <sup>2</sup>	2,3±0,2 <sup>1,2</sup>	2,0±0,1	1,6±0,1
Коэффициент корреляции		0,78	0,99	0,89	0,78	0,78	0,84	0,91
Индекс напряжения (усл. ед.)	II	51,7±3,4	81,9±14,8	105,3±10,0	45,6±2,2	167,2±22,6 <sup>1,2</sup>	126,3±13,4 <sup>1,2</sup>	43,2±4,2 <sup>2</sup>
Адаптационный показатель (баллов)		1,5±0,2	1,8±0,2	2,4±0,02 <sup>1,2</sup>	1,9±0,2 <sup>2</sup>	2,3±0,3 <sup>1</sup>	2,0±0,1 <sup>1</sup>	1,7±0,2
Коэффициент корреляции		0,99	0,94	0,99	0,79	0,79	0,80	0,99
Индекс напряжения (усл. ед.)	III	103,3±17,3	119,2±16,9	149,1±17,8	84,9±15,0 <sup>1,2</sup>	235,8±41,1 <sup>1,2</sup>	218,3±38,4 <sup>1</sup>	101,3±19,8 <sup>2</sup>
Адаптационный показатель (баллов)		2,1±0,1	2,4±0,2	2,2±0,2	1,8±0,1 <sup>1</sup>	2,5±0,3 <sup>2</sup>	2,3±0,3	1,9±0,3
Коэффициент корреляции		0,47	0,30	0,80	0,81	0,93	0,96	0,87

Примечание: <sup>1</sup>– достоверность различий в сравнении с исходным уровнем ( $p < 0,05$ ); <sup>2</sup>– достоверность различий в сравнении с предыдущим определением ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Во всех исследуемых группах гимнасток отмечалось повышение значений ИН и АП после каждого тренировочного занятия. Дифференцированное использование восстановительных мероприятий в тренировочном процессе гимнасток влияет на показатели variability ритма сердца и АП. При этом полученные результаты корреляционного анализа значений АП и ИН указывают на то, что дифференцированное использование физических средств реабилитации способствует целенаправленному управлению и согласованной деятельности различных элементов системы кровообращения, что позволяет обеспечить более эффективную и целенаправленную реабилитацию у гимнасток. Выраженность ИН, вероятно, может позволить дозировать применение средств восстановления по степени их воздействия (усиливая или уменьшая уровень тонизирующего или релаксирующего влияния) с учетом индивидуальных особенностей функционального состояния гимнасток. Таким образом, использование восстановительных мероприятий позволяет избирательно воздействовать на организм спортсменок, снижать напряженность регуляторных и адаптационных механизмов и управлять ими.

#### Примечания:

1. Михайлов В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. второе, перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.
2. Бачу Г.С. Электро-, поли-, интервалокардиография у спортсменов. Кишинев: Штиинца, 1989. 148 с.
3. 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.
4. Якименко С.Н., Новикова С.В., Ходасевич Л.С., Старшинов Д.В. Динамика показателей функционального состояния системы кровообращения у спортсменов в течение тренировочного дня. Известия Сочинского государственного университета. 2011. №3. С. 239–243.
5. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
6. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 220 с.
7. 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. 22 с.
8. Морфофункциональные константы детского организма: Справочник // Под ред. В.А. Доскина. М.: Медицина, 1987. 320 с.
9. Хрипкова А.Г., Андропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена. М.: Педагогика, 1996. 432 с.

UDC 612:796.1].08

**Correlated Relations of Tension Index and Adaptation Potential in Women-Gymnasts with Different Vegetative Status in the Course of Rehabilitation Methods Use in Training Day Capacity**

<sup>1</sup> Sergei N. Yakimenko

<sup>2</sup> Svetlana V. Novikova

<sup>3</sup> Aleksei V. Polustruev

<sup>4</sup> Leonid S. Khodasevich

<sup>5</sup> Antonina V. Polyakova

<sup>1</sup> Center for Regenerative Medicine and Rehabilitation of the Ministry of Health of the Omsk region, Russia

PhD (Pedagogy), Assistant Professor

E-mail: yakimenko-s@yandex.ru

<sup>2</sup> Bashkir Institute of Physical Education, a branch of the Ural State University of Physical Culture, Russia

PhD (Pedagogy), Assistant Professor

E-mail: novikova@fitnesspark.ru

<sup>3</sup> Center for Regenerative Medicine and Rehabilitation of the Ministry of Health of the Omsk region, Russia

Dr. (Pedagogy), Professor

E-mail: cvmr\_mail@minzdrav.omskportal.ru

<sup>4</sup> Sochi State University, Russia

26a, Sovetskaya street, Sochi city, 354000

Dr. (Medical), Professor

E-mail: nic\_kir@mail.ru

<sup>5</sup> Sochi State University, Russia

26a, Sovetskaya street, Sochi city, 354000

PhD (Biology)

E-mail: av-polyakova@list.ru

**Abstract.** Use of physical rehabilitation methods (vibration manipulations, massage) in training process of women-gymnasts with different vegetative status influences heart rate variability and adaptation potential. It enables to use them for rehabilitation therapy, selectively expose to athletes' organisms, reduce tension of regulatory mechanisms.

**Keywords:** tension index; adaptation potential; gymnasts; correlated dependence; physical methods of rehabilitation.