

## ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.821

М. В. Лагутина, Е. П. Горбанёва

### Роль сенсомоторных свойств в функциональной подготовленности спортсменок фитнес-аэробики

В статье представлены результаты психофизиологического исследования спортсменок фитнес-аэробики различной квалификации. Проведен анализ сенсомоторных параметров, а также свойств центральной нервной системы, отражающих нейродинамический и психический компоненты функциональной подготовленности организма спортсменок. Выявлена зависимость уровня психофизиологических показателей от этапа многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности в фитнес-аэробике.

**Ключевые слова:** сенсомоторные свойства, психофункциональное состояние, функциональная подготовленность, адаптация, фитнес-аэробика.

M. V. Lagutina, E. P. Gorbaneva

### Role of Sensomotor Properties in Functional Readiness of Fitness Aerobics Sportswomen

The article presents results of psychophysiological tests of female fitness-aerobics sportswomen of different qualification. The analysis of parameters of sensomotor systems and properties of the central nervous system, reflecting neurodynamic and psychic components of functional readiness of sportswomen's organism, is carried out. The dependence of the level of psychophysiological parameters on the stage of long-term adaptation to a specific muscular activity in fitness-aerobic is developed.

**Keywords:** sensomotor properties, a psychofunctional condition, functional readiness, adaptation, fitness-aerobics.

Известно, что лучших результатов в спорте достигают спортсмены, не только мыслящие, но и чувствующие, то есть обладающие высоким уровнем сенсорно-перцептивных возможностей [4, 6]. Неоспорима большая значимость специализированных восприятий и качеств (чувство пространства и времени, мышечно-суставная чувствительность, управление временем реакции, вестибулярная устойчивость и др.) для двигательной подготовки в сложнокоординационных видах спорта, где процесс ее совершенствования неизбежно связан с овладением большим количеством новых двигательных навыков [1, 2, 3, 12, 13]. Физиологической основой для развития данных качеств служат механизмы адаптации сенсомоторных систем, а также те свойства нервной системы спортсменов, которые проявляются в условиях специфической мышечной деятельности. Исследователями подчеркивается наличие влияния функционального состояния сенсомоторных систем на стабильность технического мастерства и результативность соревновательной деятельно-

сти в сложнокоординационных видах спорта. Однако освещение этого вопроса в литературе носит обо-собленный характер и не рассматривается в рамках отдельного компонента функциональной подготовленности. Не столь широко представлены отличия в сенсомоторных свойствах спортсменов разной специализации (гимнастика, акробатика, фитнес-аэробика) и квалификации.

В связи с этим цель исследования заключалась в изучении динамики параметров сенсомоторных свойств спортсменок фитнес-аэробики на разных этапах многолетней адаптации.

#### Методика и организация исследования

Для достижения поставленной цели были организованы психофизиологические исследования с участием спортсменок специализации фитнес-аэробика 3-х возрастных категорий: 10–11 лет ( $n = 11$ ); 14–16 лет ( $n = 24$ ); 17–21 год ( $n = 14$ ).

В условиях покоя для регистрации показателей сенсомоторных систем спортсменок исполь-

зовалось программное обеспечение «ЭДК» (экспериментально-диагностический комплекс) v.2.0.1 (www.eds.pu.ru), предназначенное для реализации психологических исследований и разработанное на базе факультета психологии СПбГУ. Функциональное состояние сенсомоторных систем оценивалось по следующим показателям: частота движений кисти с разным темпом за 5, 10 и 30 с в теппинг-тесте; время звуковой реакции (ВЗР) и время световой реакции (ВСР) на слабый и сильный сигнал; время реакции выбора (ВРВ) или сложной сенсомоторной реакции; время простой двигательной реакции (ВДР); реакция на движущийся объект без ограничения выполнения теста по времени (РДО I) и в условиях его временного ограничения (РДО II); точность отмеривания времени (ТОВ). В каждом сенсомоторном методе обработка результатов происходила с учетом латентного (ЛП) и моторного (МП) периода реакции в мс. Перед прове-

дением теста испытуемым предлагалась подробная пошаговая инструкция действий как в устной форме, так и с отображением на экране дисплея ПК. Сбор, обработка и анализ первичных данных по результатам проведенных тестирований происходил в автоматизированном режиме, реализованном в едином интерфейсе программы ЭДК.

Для оценки эмоционального состояния спортсменок использовался показатель уровня испытываемого стресса (УИС), рассчитанный по формуле, предложенной Ю. Р. Шейх-Заде с соавторами (1998) [9]:

$$\text{УИС} = 0,000126 * \text{ЧСС} * \text{ПАД} * \text{М},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений в покое за минуту; ПАД – пульсовое артериальное давление покоя в исходном положении лежа на спине, равное разнице между систолическим и диастолическим давлением; М – масса тела в килограммах.

Качественная оценка уровня стресса проводилась по следующим параметрам:

Баллы	Оценка
1,0–1,50	норма
1,51–2,00	средний стресс
более 2,00	выраженный стресс

Для оценки координационных способностей спортсменки выполняли тест на равновесие «Фламинго» [8]. По методике теста испытуемые становились на подставку длиной 50 см, высотой 4 и шириной 3 см любой ногой и, балансируя, старались удержаться на ней как можно дольше (вторая нога притягивается к ягодице и удерживается рукой). Выполнялось столько попыток, сколько было необходимо, чтобы суммарное время балансирования составило 60 с. Показатель теста – количество использованных для названного результата попыток.

### Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ частоты движений при выполнении теппинг-теста спортсменками продемонстрировал достоверное повышение показателя произвольного темпа движений кисти за 10 с, а также максимального темпа в течение 10, 5 и 30 с у девушек 14–16 лет по сравнению с группой 10–11 лет (табл. 1). Высококвалифицированные спортсменки (17–21 год) имеют незначительное и недостоверное преимущество в этом тесте лишь по параметру максимального темпа за 30 с (табл. 1).

Таблица 1

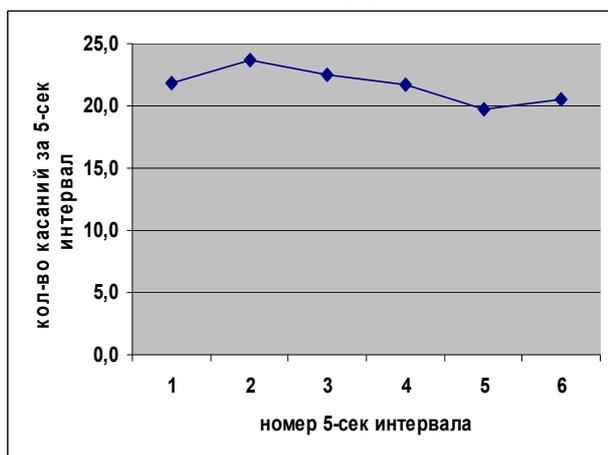
*Динамика показателей теппинг-теста спортсменок фитнес-аэробики на разных этапах подготовки ( $X \pm m$ )*

Показатели (кол-во нажиманий)	10–11 лет n = 11	14–16 лет n = 24	17–21 год n = 14	I–II	II–III	I–III
Произвольный темп (за 10 с)	27,1±4,05	38,8±2,95	30,1±3,99	*		
Удобный темп (за 10 с)	29,4±3,77	32,1±2,58	27,9±2,82			
Мах темп (за 10 с)	46,5±3,23	57,6±2,19	55,4±2,77	*		*
70 % от Мах темпа	35,4±3,12	43,0±2,18	41,3±2,71			
Мах темп за 5 с	23,4±1,34	28,8±1,14	28,2±1,55	*		*
Мах темп за 30 с	130,1±4,72	160,5±6,15	164,2±5,53	*		*

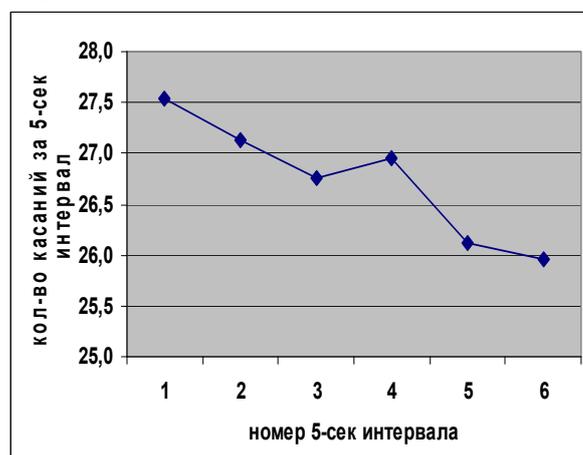
*Примечание:* здесь и далее \* – достоверность различий по t-критерию Стьюдента, при  $p < 0,05$ .

Это указывает на повышение лабильности нервной системы и выраженности психомоторных установок на максимизацию усилий у спортсменок фитнес-аэробики на этапе спортивного совершенствования. Согласно литературным данным, максимальная частота движений выше у лиц с высокой лабильностью нервных процессов и слабой нервной системой [5]. В подтверждение

этому получены графики-кривые изменения темпа движений спортсменок по 5-секундным интервалам в теппинг-тесте за 30 с. При сравнении графиков сильный тип нервной системы выявлен в группе 10–11 лет, слабая нервная система – у девушек 14–16 лет, а средне-слабый тип нервной системы характерен для высококвалифицированных спортсменок (рис. 1).



10–11 лет



14–16 лет



17–21 год

Рис. 1. Функциональная устойчивость центральной нервной системы спортсменок фитнес-аэробики на разных этапах многолетней адаптации по результатам 30-сек теппинг-теста

Способность поддерживать заданный максимальный темп движений в этом тесте отражает функциональную устойчивость центральной нервной системы (ЦНС) организма. Данное свойство определяет способность нервных центров противостоять утомлению в условиях повышенной частоты импульсации от различных афферентных систем, что является одной из предпосылок успешности психической подготовки в сложнокоординационных видах

спорта. Преобладание слабого типа нервной системы на более поздних этапах подготовки в фитнес-аэробике может свидетельствовать о недостаточной оптимизации психофункциональных возможностей спортсменок при выполнении большего объема специализированной работы по сравнению с начальным этапом подготовки. Сила по возбуждению, которая необходима в сложнокоординационных видах спорта как компонент выносливости к большим тренировочным на-

грузкам, находится в обратной зависимости с возбудимостью афферентных отделов коры больших полушарий, что важно для организации движений [13]. В то же время лица со слабой нервной системой не достигают высоких значений МПК, имеют низкую аэробную производительность и выносливость к динамической работе [5], что имеет значение для функциональной подготовленности спортсменов.

Исследование слуховой и зрительной сенсорной системы у представительниц фитнес-аэробики показал значительное снижение моторного периода в простых сенсомоторных реакциях спортсменок с ростом их квалификации. Так, достоверно значимо различались показатели МП ВЗР на слабый ( $98,7 \pm 8,80$ , мс) и сильный стимул

( $93,7 \pm 8,04$ , мс) в группе 17–21 года по сравнению с группой 10–11 лет ( $173,7 \pm 18,48$ , мс;  $157,7 \pm 20,84$ , мс) соответственно. Аналогичная динамика прослеживалась в результатах сложной сенсомоторной реакции спортсменок (ВРВ). Величина МП в квалифицированной группе достоверно лучше ( $125,5 \pm 14,91$ , мс), чем у девочек 10–11 лет ( $210,8 \pm 25,69$ , мс). При этом стоит отметить неоднозначные изменения латентного периода реакции на разные по величине световые и звуковые сигналы. Выраженное уменьшение ЛП ВЗР и ЛП ВСР в старших возрастных группах происходит только при воздействии сильных стимулов. В реакциях на слабый сигнал ЛП реакции меньше у представительниц начального этапа подготовки (табл. 2).

Таблица 2

Показатели сенсомоторных реакций спортсменок фитнес-аэробики различных возрастных категорий ( $X \pm m$ )

Показатели	10–11 лет n = 11	14–16 лет n = 24	17–21 год n = 14			
				I–II	II–III	I–III
ВСР-ЛП слаб., мс	209,3±21,04	246,6±9,94	250,3±14,68			
ВСР-МП слаб., мс	163,7±19,33	133,6±18,63	120,9±22,30			
ВСР-ЛП сильн., мс	214,2±20,72	227,9±13,89	216,4±11,24			
ВСР-МП сильн., мс	167,2±33,24	124,6±17,02	100,1±7,69			
ВЗР-ЛП слаб., мс	280,1±45,23	323,5±42,87	288,2±31,03			
ВЗР-МП слаб., мс	173,7±18,48	124,8±19,63	98,7±8,80			*
ВЗР-ЛП сильн., мс	307,7±31,80	288,2±24,15	248,3±13,32			
ВЗР-МП сильн., мс	157,7±20,84	120,5±15,73	93,7±8,04			*
ВРВ-ЛП, мс	334,2±22,10	330,7±14,18	304,8±10,60			
ВРВ-МП, мс	210,8±25,69	151,7±17,19	125,5±14,91			*
ВДР-ЛП, мс	247,4±21,67	186,8±12,90	193,2±16,65	*		
ВДР-МП, мс	140,5±16,92	121,7±16,40	82,4±7,20		*	*
РДО I, мс	-43,5±21,52	-4,9±5,27	5,4±7,19			*
РДО II, мс	-29,4±39,80	1,3±2,93	4,6±4,04			
ТОВ, мс	-1954,5±479,90	-501,4±128,84	-378,6±300,99	*		*
УИС, баллы	14,3±1,32	19,7±1,42	20,8±1,15	*		*

В данном случае у квалифицированных спортсменок более быстрым становится организация ответного действия, но требуется большее

количество времени для обнаружения сигнала. Быстрая передача сенсорной информации в соответствующие нервные центры у юных спорт-

сменок (10–11 лет) может объясняться возрастными особенностями высшей нервной деятельности. Так, у детей 10–12 лет положительные условные рефлексы как на простые, так и на сложные раздражители проявляются остро и характеризуются значительной устойчивостью [7]. Создается функциональная основа для системных процессов в коре больших полушарий, обеспечивающих высокий уровень извлечения полезной информации из афферентных сообщений [10]. Однако при сильных воздействиях у детей относительно быстро развивается запредельное торможение [7], что видно по увеличению показателя ВСП и ВЗР на сильные по интенсивности стимулы в группе юных спортсменок (табл. 2).

Овладение сложными тонко координированными двигательными действиями невозможно без высокой возбудимости сенсорных систем, их высших корковых отделов [3, 13]. Это находит отражение в динамике показателя ВДР спортсменок фитнес-аэробики на этапах многолетней тренировки. Так, на заключительных ее этапах у спортсменок достоверно лучше величина МП ВДР ( $82,4 \pm 7,20$ , мс), чем на этапе спортивного совершенствования ( $121,7 \pm 16,40$ , мс) и начальной подготовки ( $140,5 \pm 16,92$ , мс). При этом наименьшее значение ЛП ВДР выявлено в группе 14–16 лет и составляет ( $186,8 \pm 12,90$ , мс).

В литературе подчеркивается связь свойства силы-слабости нервной системы (уровня активации покоя) с различиями в абсолютных порогах, то есть чувствительностью различных сенсорных систем (слуховой, проприоцептивной, электрокожной) [5]. В данном исследовании девушки 14–16 лет, отличающиеся слабым типом нервной системы, не имеют достоверного преимущества по степени чувствительности в сравнении с группой 17–21 года со средне-слабой нервной системой. Возможно, что наибольшее значение здесь имеет спортивная специализация, так как с ростом квалификации спортсменов в сложнокоординационных видах спорта совершенствуется процесс адаптации сенсомоторных систем к условиям специфической мышечной деятельности [4].

В то же время наиболее высокие способности предвосхищать время изменения пространственного положения стимула и соотносить с ним сенсорные процессы регуляции своего движения в тестах РДО показали спортсменки 14–16 лет. Величина средней ошибки в этой группе была минимальна по сравнению с другими как в условиях спокойного выполнения теста ( $-4,9 \pm 5,27$ , мс), так и в условиях его ограничения по времени ( $1,3 \pm 2,93$ , мс).

Стоит отметить, что отрицательные значения ошибки РДО I ( $-43,5 \pm 21,52$ , мс) и РДО II ( $-29,4 \pm 39,80$ , мс) в группе 10–11-летних свидетельствуют об их склонности завывать скорость движения, что отражает преобладание процесса возбуждения в нервных центрах регуляции движений. Преобладание запаздывающих реакций в группе квалифицированных спортсменок с учетом средних ошибок в I ( $5,4 \pm 7,19$ , мс) и II ( $4,6 \pm 4,04$ , мс) тестах отражают повышение роли торможения в координации двигательных действий. При этом достоверные различия в показателях по сравнению с этапом спортивного совершенствования отмечаются в тесте РДО I. Значительно уменьшается величина ошибки при отмеривании временных интервалов в группах 14–16 лет ( $-501,4 \pm 128,84$ , мс) и 17–21 года ( $-378,6 \pm 300,99$ , мс) по сравнению с юными спортсменками ( $-1954,5 \pm 479,90$ , мс). Однако отрицательные значения ошибки свидетельствуют о преобладании в ЦНС процессов возбуждения во всех возрастных группах.

Оценка стрессоустойчивости и эмоционального состояния спортсменок выявила наибольшее значение УИС у девушек 17–21 года ( $20,8 \pm 1,15$ , баллы), наименьший показатель у девочек 10–11-лет ( $14,3 \pm 1,32$ , баллы). Возрастные различия интенсивности, объема и координационной сложности тренировочных и соревновательных программ на более поздних этапах подготовки в фитнес-аэробике может оказывать неоднозначное воздействие на психоэмоциональное состояние спортсменок и являться дополнительным стресс-фактором в условиях напряженной мышечной деятельности. При большом напряжении эффективность деятельности ухудшается раньше у лиц со слабой нервной системой. Субъекты с сильной нервной системой оказываются более устойчивыми к выраженному психоэмоциональному напряжению. В то же время при среднем напряжении люди со слабой нервной системой могут показывать более высокую эффективность деятельности, чем лица с сильной нервной системой [5]. На основании этого значительные по своим параметрам нагрузки, характерные для заключительных этапов многолетней подготовки в фитнес-аэробике, могут усилить неблагоприятные эмоциональные реакции. В подобном случае эмоциональный стресс усложняет процесс развития адаптации, снижая уровень функциональной подготовленности спортсменок, и при определенных условиях является причиной возникновения дисфункций [11].

Оценка координационных способностей по параметру вестибулярной устойчивости не показала достоверных межгрупповых различий в результатах теста на равновесие (табл. 3) и не вы-

явила совершенствования в функциональном состоянии вестибулярного анализатора спортсменок с ростом их квалификации.

Таблица 3

Результаты в тесте «Фламинго» у спортсменок фитнес-аэробики ( $\bar{X} \pm m$ )

Показатель	10–11 лет n = 11	14–16 лет n = 24	17–21 год n = 14	I–II	II–III	I–III
Попыток за 60 с	1,4±0,15	1,4±0,13	1,6±0,43			

Таким образом, подводя итог всему вышеизложенному, можно заключить, что:

- По результатам теппинг-теста спортсменкам на этапе начальной подготовки в фитнес-аэробике присущ сильный тип нервной системы, на заключительных этапах преобладает слабый тип. Девушки 14–16 лет, находящиеся на этапе спортивного совершенствования, отличаются высокой лабильностью нервных процессов.

- Согласно показателям сенсомоторных реакций с повышением квалификации спортсменок совершенствуется функциональное состояние зрительной и слуховой сенсорной системы. При этом достоверно уменьшается ВЗР на слабый и сильный раздражитель, укорачивается время реакции выбора и возрастает точность дифференцировки временных интервалов.

- У представительниц старших возрастных групп по сравнению с девочками 10–11 лет достоверно уменьшается время двигательной реак-

ции, что отражает совершенствование координационных способностей ЦНС спортсменок в процессе их специализированной подготовки. Динамика показателя реакции на движущийся объект свидетельствует о смещении баланса координационных механизмов регуляции двигательных действий организма в сторону преобладания процесса торможения на заключительном этапе адаптации в фитнес-аэробике.

Повышение уровня испытываемого стресса с ростом квалификации спортсменок связано с преобладанием у них слабого типа нервной системы, а также может быть вызвано состоянием монотонии ввиду необходимости продолжительного выполнения более сложных технических элементов в тренировочном процессе и недостаточно полным восстановлением функционального состояния после выполняемых нагрузок.

#### Библиографический список

1. Архипова, Ю. А. О проявлении специализированных восприятий «чувства предмета» в художественной гимнастике [Текст] / Ю. А. Архипова // Гимнастика : сборник научных трудов. – Выпуск VI. – Национальный гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта. – СПб. : [б. и.], 2008 – С. 65–68.
2. Ботяев, В. Л. Специфика проявления и контроль координационных способностей в сложнокоординационных видах спорта [Текст] / В. Л. Ботяев // ТиПФК. – 2010. – № 2. – С. 73–74.
3. Вишнякова, С. В. Методика использования дыхательных упражнений на начальном этапе подготовки в художественной гимнастике [Текст] : дисс. ... канд. пед. наук / С. В. Вишнякова. – Волгоград : ВГАФК, 1999. – 143 с.
4. Друшевская, В. Л. Физиологические особенности адаптации сенсомоторных систем организма акробатов разной квалификации [Текст] : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Д. Л. Друшевская. – Краснодар. – 2011. – 24 с.
5. Ильин, Е. П. Дифференциальная психофизиология [Текст] / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2001. – 464 с.
6. Исмаилов, А. И. Психофункциональная подготовка спортсменов [Текст] : учебное пособие / А. И. Исмаилов, И. Н. Солопов, А. И. Шамардин. – Волгоград, 2001 – 116 с.
7. Коц, Я. М. Спортивная физиология [Текст] / Я. М. Коц. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 239 с.
8. Кучкин, С. Н., Ченегин, В. М. Методы исследования в возрастной физиологии физических упражнений и спорта [Текст] : учебное пособие / С. Н. Кучкин, В. М. Ченегин. – Волгоград : ВГАФК, 1998. – 87 с.
9. Селиверстова, В. В., Мельников, Д. С. Психофизиологическое тестирование спортсменов [Текст] : учебное пособие / В. В. Селиверстова, Д. С. Мельников. – СПб. : [б.и.], 2010. – 81 с.
10. Солодков, А. С., Сологуб, Е. Б. Возрастная физиология [Текст] : учебное пособие / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – СПб. : СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 2001. – 187 с.

11. Солопов, И. Н. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов [Текст] : монография / И. Н. Солопов [и др.]. – Волгоград: ФГОУВПО «ВГАФК», 2010. – 346 с.

12. Цепелевич, И. В. Оценка уровня развития специализированных двигательных способностей художественных гимнасток высокой квалификации [Текст] / И. В. Цепелевич, И. А. Степанова, Т. В. Жукова // Гимнастика : сборник научных трудов. – Вы-

пуск 1. – СПб. : СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 2003 – С. 153–157.

13. Ченегин, В. М. Биологические основы тренировок в сложнокоординационных видах спорта [Текст] : уч. пос. / В. М. Ченегин, А. А. Герасимова, С. М. Погудин. – Чайковский, 1994. – 72 с.