

***Вестник***  
***Томского государственного***  
***университета***

№ 362

Сентябрь

2012

- ФИЛОЛОГИЯ
- ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, ПОЛИТОЛОГИЯ
- КУЛЬТУРОЛОГИЯ
- ИСТОРИЯ
- ПРАВО
- ЭКОНОМИКА
- ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Майер Г.В.**, д-р физ.-мат. наук, проф. (председатель); **Дунаевский Г.Е.**, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); **Ревушкин А.С.**, д-р биол. наук, проф. (зам. председателя); **Катунин Д.А.**, канд. филол. наук, доц. (отв. секретарь); **Берцун В.Н.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Воробьёв С.Н.**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; **Гага В.А.**, д-р экон. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Глазунов А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Голиков В.И.**, канд. ист. наук, доц.; **Горцев А.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гураль С.К.**, д-р пед. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Демин В.В.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Ершов Ю.М.**, канд. филол. наук, доц.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кузнецов В.М.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначёв В.П.**, д-р геол.-минерал. наук, проф.; **Портнова Т.С.**, канд. физ.-мат. наук, доц., директор Издательства НТЛ; **Потекаев А.И.**, д-р физ.-мат. наук, проф.; **Прозументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прозументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Пчелинцев О.А.**, зав. редакционно-издательским отделом ТГУ; **Рыкун А.Ю.**, д-р социол. наук, доц.; **Сахарова З.Е.**, канд. экон. наук, доц.; **Слизов Ю.Г.**, канд. хим. наук, доц.; **Сумарокова В.С.**, директор Издательства ТГУ; **Сущенко С.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Тарасенко Ф.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Татьянин Г.М.**, канд. геол.-минерал. наук, доц.; **Унгер Ф.Г.**, д-р хим. наук, проф.; **Уткин В.А.**, д-р юрид. наук, проф.; **Черняк Э.И.**, д-р ист. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.; **Шрагер Э.Р.**, д-р техн. наук, проф.

## НАУЧНАЯ РЕДАКЦИЯ ВЫПУСКА

**Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначёв В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Прозументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прозументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Черняк Э.И.**, д-р ист. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.

Журнал «Вестник Томского государственного университета» включён в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ([http://vak.ed.gov.ru/ru/help\\_desk/list/](http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/list/))

## **ВЛИЯНИЕ РИТМО-ТЕМПОВОЙ СТРУКТУРЫ ЗАНЯТИЯ ПО АЭРОБИКЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОК**

Исследовалось влияние ритмо-темпового сопровождения занятий по аэробике на вариабельность сердечного ритма и электрофизиологические показатели нервно-мышечной системы студенток. Объектом исследования являлись студентки, занимающиеся на специализации «аэробика», в возрасте от 17 до 20 лет, разделенные на три группы в зависимости от ритмо-темпового сопровождения учебно-тренировочного занятия. Для изучения особенностей адаптации сердечно-сосудистой системы девушек к занятиям аэробикой различной ритмо-темповой структуры использовался метод кардиоинтервалографии; для оценки состояния нервно-мышечной системы – метод электромиографии.

**Ключевые слова:** ритмо-темповая структура; аэробика; кардиоинтервалография; электронейромиография.

Важнейшим свойством приспособительных реакций организма является способность менять интенсивность расходования и восстановления (регенерации) различных структур в зависимости от частоты и силы воздействия факторов окружающей среды [1; 2. С. 25–29].

Биологические ритмы – это более или менее регулярные изменения характера и интенсивности биологических процессов. Они признаны важнейшим механизмом регуляции функций организма, обеспечивающим гомеостаз, динамическое равновесие и процессы адаптации в биологических системах. Также была обнаружена чувствительность этих ритмов к внешним факторам и изменениям окружающей среды. Одним из таких факторов является музыкальный ритм [3. С. 10–16].

Специальные физиологические исследования выявили влияние музыкального ритма на различные системы организма человека. При этом физиологические ритмы человека резонируют и непроизвольно подстраиваются под частотные и динамические показатели музыкального сопровождения. Показано, что музыкальный темп, ритм, структурное строение произведения и другие музыкальные факторы могут подчинять себе ритм внутренних физиологических процессов [4. С. 48–51].

Одна из причин физиологического воздействия музыки на человека заключается в том, что нервная система и мускулатура обладают способностью усвоения ритма, что в свою очередь стимулирует процессы организма, происходящие ритмично как в двигательной, так и в вегетативной сфере. Существует множество вегетативных реакций нашего организма на музыкально-ритмическое воздействие [5. С. 120–125].

Цель работы – изучение влияния ритмо-темповой структуры занятий по аэробике на показатели вариабельности сердечного ритма и электрофизиологические характеристики нервно-мышечной системы студенток.

Объект исследования – контингент студенток, занимающихся на специализации «аэробика» в возрасте от 17 до 20 лет, разделенных на три группы в зависимости от ритмо-темпового сопровождения учебно-тренировочного занятия: ударность музыкального сопровождения в первой группе составила 115–125 уд./мин, во второй – 135–140 уд./мин и в третьей – 145–160 уд./мин.

Для изучения особенностей адаптации сердечно-сосудистой системы девушек к занятиям аэробикой различной ритмо-темповой структуры использовался метод кардиоинтервалографии; для оценки состояния нервно-мышечной системы – метод электромиографии.

Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о появлении после нагрузки в первой группе резких откло-

нений в сторону симпатикотонии и гиперсимпатикотонии, что является признаком нарушения вегетативного гомеостаза и связано с увеличением вегетативного реагирования. Подобная тенденция наблюдается и в двух других группах, но в первой группе она более выражена.

Вегетативная реактивность оценивалась по отношению ИН2/ИН1, т.е. сравнивались интегральные показатели сердечного ритма при переходе из горизонтального положения в вертикальное. В первой группе показатель вегетативной реактивности после нагрузки улучшился. Во второй и третьей группах усилилось симпатическое влияние, что привело к увеличению вегетативного реагирования (см. табл. 1).

В первой и второй группах увеличился процент избыточного обеспечения, в третьей же группе – процент недостаточного вегетативного обеспечения.

В первой группе преобладали симпатикотоническая и умеренно-симпатикотоническая реакции. Во второй группе наблюдались признаки утомления в связи с увеличением количества симпатико-астенических типов реакций; в третьей – наблюдались признаки утомления организма за счет снижения симпатического влияния (табл. 1).

При сравнении показателей восстановительного периода после нагрузки выявлены незначительные различия в процентных соотношениях по типу реакции на ортостатическую нагрузку, что говорит о равных способностях организма студенток к восстановлению. Во всех трех группах преобладала реакция утомления, наиболее она выражена во второй группе (см. табл. 1).

Количественные показатели вариабельности сердечного ритма представлены в табл. 2.

При сравнении показателя индекса напряжения наблюдалось статистически значимое повышение напряжения во второй группе в сравнении с первой группой как до, так и после нагрузки. Внутри групп после нагрузки показатель также повышался (см. табл. 2).

Во всех группах после нагрузки показатели частотных составляющих колебаний ритма сердца достоверно снижались, а при сравнении групп между собой после нагрузки наблюдались достоверные различия, причем во второй группе показатели наиболее низкие, что говорит об увеличении активности автономного центра регуляции сердечным ритмом.

В первой группе достоверно снижались показатели LF, HF и VLF (см. рис. 1), что свидетельствует о преобладании центрального влияния на ритм сердца за счет снижения активности автономного центра регуляции. Это подтверждается достоверным снижением показателя HF, оценивающего меру тонической активности вагуса.

Качественные показатели вариабельности сердечного ритма, %

Показатель	Характеристика показателя	1-я группа до нагрузки	1-я группа после нагрузки	2-я группа до нагрузки	2-я группа после нагрузки	3-я группа до нагрузки	3-я группа после нагрузки
Исходный вегетативный тонус	Эйтония	73	50	72	18	48	17
	Ваготония	27	4	14	0	42	17
	Гиперсимпатикотония	0	23	0	46	5	36
	Симпатикотония	0	23	14	36	5	30
Вегетативная реактивность	Нормотоническая	45	55	50	18	48	22
	Асимпатикотоническая	50	36	32	41	36	36
	Гиперсимпатикотоническая	5	0	18	23	12	25
	Симпатикотоническая	0	9	0	18	4	17
Вегетативное обеспечение деятельности	Достаточное	41	32	32	27	40	17
	Недостаточное	36	32	41	41	8	35
	Избыточное	23	36	27	32	52	48
Тип реакции на ортостатич. нагрузку	Умеренно-симпатикотонический	41	32	32	27	40	19
	Астеносимпатический	14	5	27	14	8	8
	Симпато-астенический	14	9	9	23	4	25
	Симпатикотонический	23	36	27	27	48	44
	Астенический	8	18	5	9	0	4
Восстановительный период	Нормальный	50	18	41	14	44	14
	Удлинен (симпатикотонич. реакция)	36	14	27	14	31	25
	Удлинен (реакция утомления)	14	68	32	72	25	61

Таблица 2

Характеристика сердечного ритма фоновой пробы по группам ( $M \pm m$ ; Me (Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub>))

Показатели	1-я группа до нагрузки	1-я группа после нагрузки	2-я группа до нагрузки	2-я группа после нагрузки	3-я группа до нагрузки	3-я группа после нагрузки
Mo, с	0,83(0,77;0,90)	0,75(0,67;0,83)*↓	0,83(0,77;0,88)	0,69(0,63;0,73)**↓	0,82(0,79;0,88)**	0,67(0,65;0,73)↓
Dx, с	0,28(0,26;0,33)*	0,22(0,17;0,28)↓	0,24(0,2;0,29)**	0,16(0,12;0,25)↓	0,26(0,22;0,32)	0,20(0,14;0,30)
AMo, %	16,87(14,68;19,05)*	24,6(21,83;29,76)*↑	19,44(17,06;21,43)**	35,5(30,95;38,49)**↑	18,72(15,48;21,83)	28,38(21,43;32,54)*↑
ИИ, у.е.	34,5(27;46)*	83,5(47;108)*↑	48(36;68)**	164(102;233)**↑	42,5(28;64)	91(41;171)↑
RRcp	0,757±0,083	0,65±0,095↓	0,725±0,087	0,576±0,055**↓	0,727±0,093	0,58±0,07**↓

\* Достоверное различие при  $p < 0,05$  по сравнению с группой девушек, занимающихся во второй группе; \*\* достоверное различие при  $p < 0,05$  по сравнению с группой девушек, занимающихся в первой группе.

↑ – достоверное увеличение показателя после нагрузки; ↓ – достоверное снижение показателя после нагрузки.

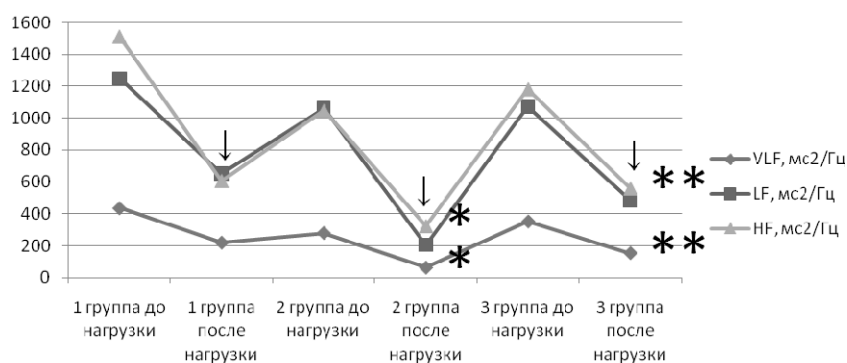


Рис. 1. Динамика частотных составляющих колебаний ритма сердца

Увеличение ИИ, AMo (см. табл. 2) в данной группе свидетельствует об усилении симпатического влияния и снижении парасимпатического (достоверное снижение Dx (см. табл. 2)), а также смещении гомеостаза в сторону снижения функциональных резервов организма. Снижение показателя моды свидетельствует о снижении функционирования гуморального канала регуляции, что подтверждает предположение об усилении центрального влияния на ритм сердца за счет снижения активности автономного центра.

Во второй группе выявлено наиболее выраженное вегетативное напряжение, которое проявляется увеличением тонуса симпатического отдела и снижением

тонуса парасимпатического отдела, а также самым высоким индексом напряжения. При этом снижение показателя VLF (см. рис. 1) в данной группе говорит о снижении активности сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра. В свою очередь, снижение показателя HF, характеризующего тонус вазомоторного центра, подтверждает предположение об усилении автономно-го влияния на ритм сердца.

В третьей группе показатель VLF начинает увеличиваться, что говорит об усилении активности подкоркового центра регуляции сердечным ритмом. Показатель LF в сравнении со второй группой увеличился, что подтверждает большую активность в данной группе вазомотор-

ного центра, барорецепторов и хеморецепторов. Судя по показателю HF, при увеличении ударности до 160 уд./мин активность вагуса усиливается вместе с эрготропными и вагоинсулярными влияниями. То есть в третьей группе наблюдалось включение дополнительных звеньев регуляции сердечным ритмом (см. рис. 1).

Были сопоставлены электромиографические показатели у девушек, занимающихся в группах различной ритмо-темповой структуры. Проведено исследование особенностей нервно-мышечной передачи в нижних конечностях. Для анализа был выбран стимуляционный электромиографический метод. Стимулирующий электрод накладывали в области проекции *n.tibialis*. Достоверных различий

в показателях нервно-мышечной передачи выявлено не было. Результаты представлены в табл. 3.

Полученные результаты позволили выявить специфические особенности функционального состояния нервно-мышечной системы, отражающие физиологические механизмы спортивного совершенствования в аэробике.

M-ответ является синхронным ответом всех двигательных единиц мышцы на электрическую стимуляцию нерва. Его амплитуда отражает общее количество мышечных волокон преимущественно быстрого типа, а латентный период – в основном скорость передачи импульса в зоне нервно-мышечного контакта.

Таблица 3

Биоэлектрические ответы скелетных мышц голени (Me (Q25; Q75))

Показатель	1-я группа до нагрузки	1-я группа после нагрузки	2-я группа до нагрузки	2-я группа после нагрузки	3-я группа до нагрузки	3-я группа после нагрузки
Латентность, мс	5 (4; 5)	5 (4,75; 5)	4 (4; 5)	5 (4; 5)	5 (3,75; 5)	4 (4; 5)
Амплитуда, мВ	2 (1; 3)	2 (0,75; 4)	1 (0; 2)	1 (0; 2)	1,5 (0,75; 5)	1 (0,75; 2,25)

Статистически значимых различий в амплитуде M-ответа не выявлено (см. табл. 2), следовательно, увеличение ритма не влияет на прирост количества мышечных волокон, участвующих в сокращении. В показателе латентности M-ответа (см. табл. 3) различий между группами также не выявлено, что говорит о том, что увеличение ритмо-темповой структуры занятий не влияет на скорость передачи импульса в зоне нервно-мышечного контакта.

Исследование электрической активности мышц до и после нагрузки позволило выявить достоверные различия между тремя группами. Чем больше внешняя нагрузка и сила сокращения мышцы, тем выше амплитуда ее электромиограммы. Это связано с увеличением частоты нервных импульсов, вовлечением большего числа двигательных единиц в мышце и синхронизацией их активности. Полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели максимальной амплитуды мышц в группах до и после нагрузки (Me (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>))

Показатель	1-я группа до нагрузки	1-я группа после нагрузки	2-я группа до нагрузки	2-я группа после нагрузки	3-я группа до нагрузки	3-я группа после нагрузки
Макс. ампл., мкВ икр-ной м-цы	151 (124; 197,5)	99 (68,5; 248,25)	108 (54; 187,75)	106 (59; 206,25)	112,5 (80,75; 293,25)	93 (56,25; 175,25)
Макс. ампл., мкВ четырехгл. м-цы бедра	226,5 (151; 429,5)	131,5 (37,5; 337,25)*	173 (106; 331)	106,5 (67; 318,75)	140,5 (100,5; 431)	133,5 (54,25; 302,5)
Макс. ампл., мкВ 6-ой ягод. м-цы	109 (77; 173)**	51,5 (29,5; 85,75)*	45,5 (27,5; 103,5)**	57,5 (41; 96,5)	78 (38,75; 120,25)**	58,5 (40,5; 127,5)

\*  $p < 0,05$  между показателями до и после нагрузки; \*\*  $p < 0,05$  между группами до нагрузки.

Уменьшение максимальной амплитуды у четырехглавой мышцы бедра (см. табл. 4) и большой ягодичной мышцы в первой группе говорит о более эффективном расслаблении этих мышц. В третьей группе также происходит снижение показателя. Повышается экономичность и эффективность выполняемых студентами двигательных действий в процессе адаптации к сложно координированной мышечной деятельности. Во второй группе наблюдалось увеличение максимальной амплитуды большой ягодичной мышцы, что говорит о ее напряжении.

Таким образом, при ритмо-темповой структуре занятия 115–125 уд./мин. усиливается влияние центрального контура регуляции сердечным ритмом за счет уменьшения активности автономного контура регуляции. Увеличение ритма до 135–140 уд./мин усиливало влияние автономного контура регуляции, а при ритме 140 уд./мин и выше происходит включение дополнительных звеньев регуляции сердечного ритма занимающихся. От ритмо-темповой структуры занятий зависела эффективность расслабления большой ягодичной мышцы и четырехглавой мышцы бедра.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сайкина Е.Г., Смирнова Ю.В. Требования к подбору музыкального сопровождения занятий фитнесом // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2008. № 4 (38). С. 68–71.
2. Быков А.Т., Маляренко Т.Н. Оптимизация ритма сердца при психоэмоциональном напряжении с помощью пролонгированного воздействия музыки // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры: двухмесячный науч.-практ. журн. 2003. № 3. С. 25–29.
3. Быков А.Т., Маляренко Т.Н., Маляренко Ю.Е. Роль пролонгированных воздействий специально подобранной музыки в оптимизации регуляции хронотропной функции сердца // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры: двухмесячный науч.-практ. журн. / МЗ РФ, Российский научный центр восстановительной медицины и курортологии. 2003. № 2. С. 10–16.
4. Билиотти Ф. Терапевтическая сила музыки: влияние музыки на терапевтическую силу человека и ее связь с вселенскими принципами с точки зрения аналитической трилогии // Психотерапия: ежемес. рецензируемый науч.-практ. журн. 2007. № 5. С. 48–51.
5. Блум Ф., Лезерсон А., Иофстедтер Л. Мозг, разум и поведение. М.: Мир, 2006. С. 120–125.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 18 июня 2012 г.