

УДК 612.067

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ДЕТЕЙ,
ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ БАЛЬНЫМИ ТАНЦАМИ,
ПО ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

канд. биол. наук, доц. **О.Н. МАЛАХ**

(Витебский государственный университет имени П.М. Машерова)

Изложены результаты анализа функционального состояния детей 4–7 лет, занимающихся спортивными бальными танцами по вариабельности сердечного ритма до и после тренировочного занятия. Общая мощность спектра у танцоров после тренировки достоверно отличалась от таковых значений до тренировки и была меньше на 57,4%. Симпатико-парасимпатическое равновесие после занятия смещено в сторону преобладания симпатического отдела автономной нервной системы. Для данной группы танцоров характерен более низкий уровень церебральных эрготропных влияний, обеспечивающих адаптационные реакции. Повышение «индекса напряжения» свидетельствует о неустойчивости адаптации к воздействиям различных факторов внешней среды. Следовательно, в условиях покоя гемодинамическое обеспечение организма юных танцоров происходит в условиях пониженной активности сердечных парасимпатических влияний. Физическая нагрузка, используемая на занятиях спортивными бальными танцами неадекватна состоянию и уровню здоровья юных спортсменов. Использование программно-аппаратного комплекса «Омега-М» позволит оптимизировать тренировочные воздействия согласно функциональным возможностям занимающихся.

Ключевые слова: спортсмены-танцоры, спортивные бальные танцы, вариабельность сердечного ритма.

Исследования последних лет в Республики Беларусь свидетельствуют о значительном ухудшении состояния здоровья учащихся [1]. Имеет место ухудшение по таким параметрам, как индекс здоровья, число острых заболеваний, количество длительно и часто болеющих детей, уровень физического развития [1, 2]. Поэтому большое внимание уделено технологиям повышения личного здоровья [3]. Регулярные занятия физическими упражнениями при достаточной их интенсивности ведут к усилению деятельности нервной, мышечной и кардиореспираторной систем.

Интегральным показателем отражающем состояние человека в динамике времени и средовых воздействий, является жизнеспособность [1], или способность сопротивляться, приспосабливаться, реализовать свои биологические и социальные функции [2]. Среди конкретных компонентов здоровья выделяются следующие: уровень и гармоничность физического развития; функциональное состояние организма (резервные возможности основных функциональных систем); уровень неспецифической резистентности и иммунной защиты; личностные качества человека: ценностно-мотивационные установки, эмоциональные особенности, самовыражение.

Функциональное состояние организма, или резервные возможности основных физиологических систем, как элементы здоровья определяют его способность активно адаптироваться к условиям окружающей среды, т.е. адаптационные возможности организма. Одним из интересных направлений физического и психического развития учащихся могут являться спортивные бальные танцы. Не выяснены особенности адаптивных процессов и не разработаны физиологические критерии определения соответствия величины нагрузки на занятия, адекватные функциональным возможностям спортсмена-танцора.

Занятия спортивными бальными танцами выявляют физиологические особенности учащихся и обосновывают адекватность или неадекватность применяемых воздействий состоянию и уровню здоровья юных спортсменов. Это позволит оптимизировать физическую подготовленность, работоспособность, устойчивость к гипоксии и психоэмоциональное состояние при условии адекватности тренировочных воздействий функциональным возможностям занимающихся.

В современной физиологии имеется большой объем литературных данных, свидетельствующих о связи эмоциональной сферы с индивидуальными свойствами психики и функциональным состоянием организма [4, 5]. Оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) в настоящее время является одним из перспективных методов изучения функционирования сердечно-сосудистой системы в условиях различных мышечных нагрузок. Простота съема информации о ВСР сочетается с возможностью извлечения из получаемых данных высоковалидной, обширной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций [6] и адаптационных реакциях целостного организма. Кроме того, как отмечает Р.М. Баевский, характерной особенностью метода является его неспецифичность по отношению

к нозологическим формам патологии и высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям [7]. Среди современных измерительных приборов в этой области следует отметить программно-аппаратный комплекс «Омега-М» (ПАК «Омега-М»), который за 5-минутный промежуток времени позволяет у обследуемого регистрировать и обрабатывать информацию по 50 параметрам ВСР с интегральной оценкой функционального состояния организма в текущий момент с прогнозом на ближайшие сутки. Программно-аппаратный комплекс «Омега-М» производит автоматическую обработку данных: уровня адаптации, уровня вегетативной регуляции, уровня психоэмоциональной регуляции, формирует их графическое представление в виде различных диаграмм, гистограмм, схематических рисунков, полученных в результате статистической обработки, выводит интегральный показатель Health состояния организма [7]. В связи с этим целью исследования было оценить функциональное состояние организма юных танцоров по вариабельности сердечного ритма.

В исследовании приняли участие 20 мальчиков в возрасте от 4 до 7 лет, обучающихся спортивным бальным танцам. Исследование проводилось до и после тренировочного занятия. Для изучения особенностей регуляции деятельности сердца проводилась регистрация сердечного ритма с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М», который на основе регистрации 300 кардиоциклов немедленно выдает информацию о состоянии организма по 50 показателям, в т.ч. интегральный показатель состояния организма, психоэмоциональное состояние, энергетическое обеспечение, тонус вегетативной нервной системы. Исходя из сложившихся в настоящее время теории и практики изучения стрессорных реакций, нами в качестве оцениваемых показателей были выбраны: частота сердечных сокращений ЧСС и показатели функционирования вегетативной нервной системы (ВНС), оцененные путем анализа последовательности кардиоинтервалов.

Анализ показателей функционирования ВНС отражен в таблице 1. В нашем исследовании при сравнении показателей временного анализа сердечного ритма выявлено следующее: после тренировки значения $RRNN$ (мс), характеризующего среднее значение всех RR -интервалов в выборке и отражающего активность симпатической нервной системы и гуморальных каналов регуляции сердечного ритма, были достоверно более низкими ($p < 0,001$) по отношению к таковым показателям детей до тренировки.

Показатель $SDNN$ (мс), отражающий среднеквадратичное отклонение всех RR -интервалов и характеризующий преимущественно суммарный эффект влияния на синусный узел симпатического и парасимпатического отделов ВНС, наиболее высоким оказался до начала тренировочного занятия и достоверно отличался от такового показателя танцоров после тренировки ($p < 0,05$).

Значения квадратного корня суммы разностей последовательных RR -интервалов, характеризующего способность синусового узла к концентрации сердечного ритма $RMSSD$ (мс), также были наиболее высоки до тренировки, практически в 2 раза, и достоверно отличались от аналогичного показателя после тренировочного занятия при уровне значимости $p < 0,01$. Чем выше значение $RMSSD$, тем активнее звено парасимпатической регуляции. Следует отметить, что данный показатель находится в пределах физиологической нормы.

Таблица 1. – Показатели вариабельности сердечного ритма танцоров до и после тренировочного занятия

Показатель	До тренировочного занятия, $n = 20$	После тренировочного занятия, $n = 20$
Средний RR -интервал, мс	$591,04 \pm 60,07$	$523,02 \pm 30,9^{***}$
$SDSD$, мс	$0,029 \pm 0,02$	$0,01 \pm 0,005$
$SDNN$, мс	$38,97 \pm 16,3$	$26,9 \pm 9,1^*$
$RMSSD$, мс	$36,6 \pm 24,2$	$18,1 \pm 6,7^{**}$
$NN50$, мс	$63,6 \pm 56,0$	$7,4 \pm 6,9^{***}$
$pNN50$, %	$21,5 \pm 18,96$	$2,5 \pm 2,3^{**}$

Примечание: * различия между группами статистически значимы $p < 0,05$; ** различия между группами статистически значимы $p < 0,01$; *** различия между группами статистически значимы $p < 0,001$.

При сравнительном анализе показателя $pNN50$ (%), характеризующего процентную представленность эпизодов различия последовательных RR -интервалов более чем на 50 мс, нами установлено следующее: наиболее высокие показатели обнаружены у детей до начала тренировки.

Показатель $RR_{\max}$ (с) характеризует значение самого продолжительного интервала RR . При отсутствии нарушений ритма, проводимости и артефактов записи этот показатель отражает активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. В нашем исследовании не наблюдалось достоверных различий у танцоров до и после тренировочного занятия. При анализе значения самого короткого интервала RR , который при отсутствии нарушений ритма и проводимости и артефактов записи отражает активность симпатической регуляции сердечного ритма, достоверных различий выявлено не было.

Спектральный анализ волн различной частоты позволяет разложить ритмограмму (РКГ) на составляющие ее волны и количественно оценить вклад каждой из них (таблица 2). При сравнительном анализе основных показателей спектрального анализа сердечного ритма нами обнаружено следующее: наиболее высокие значения общей мощности спектра TP (мс^2) наблюдались у детей до начала тренировки и составляли $1741,97 \pm 1379,98 \text{ мс}^2$, при этом снижение этого показателя к концу занятия составило 57,4%.

Таблица 2. – Показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма танцоров до и после тренировочного занятия

Показатель	До тренировочного занятия, $n = 20$	После тренировочного занятия, $n = 20$
$TP, \text{мс}^2$	$1741,97 \pm 1378,98$	$741,3 \pm 444,2^{***}$
$HF, \text{мс}^2$	$843,2 \pm 808,6$	$150,8 \pm 102,3^{***}$
$LF, \text{мс}^2$	$555,01 \pm 309,6$	$269,9 \pm 195,1^{***}$
LF/HF	$1,8 \pm 1,5$	$1,5 \pm 0,4$

Примечание: * различия между группами статистически значимы $p < 0,05$; ** различия между группами статистически значимы $p < 0,01$; *** различия между группами статистически значимы $p < 0,001$.

Сравнительный анализ значений мощности волн низкой частоты LF (мс^2) показал, что самые низкие показатели наблюдаются после тренировки. Данный показатель был ниже практически в 2 раза по сравнению с аналогичным показателем до тренировочного занятия.

В процессе изучения долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции сердечного ритма танцоров нами был исследован показатель мощности волн высокой частоты HF (мс^2), характеризующий активность парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга. При сравнительном анализе данный показатель был после тренировки в 5,4 раза достоверно ниже аналогичного показателя до тренировки.

Преобладающими волнами на РКГ танцоров до и после тренировки, что видно из мощности компонент и спектральных параметров ритма, являются симпатические волны. Значение спектра «низкочастотный» (LF) после занятия выше в 1,5 раза. Это хорошо согласуется с некоторыми литературными данными, показавшими, что у здоровых лиц значительное увеличение мощности LF отмечается при психологическом стрессе и умеренной физической нагрузке. Показатель спектра «высокочастотный» (HF) у танцоров до тренировки достоверно выше в 5,4 раза, чем после занятия. Показатели LF/HF не имеют достоверного различия.

Для подтверждения данных и получения целостной картины вегетативной регуляции ритма сердца нами был использован метод вариационной пульсометрии (таблица 3). После тренировки регистрировали увеличение показателей: IBP (+62,3%), $ПАПР$ (+26,5%), а также снижение dx (29%), соответственно, по сравнению с аналогичными показателями у танцоров до занятия. Показатели Mo , $АМо$, $ВПР$ не имеют достоверных различий. Такая картина отражает повышенную активность симпатической регуляции ритма сердца. Следует отметить, что показатели IBP у танцоров находятся выше нормы. Увеличение IBP указывает на преобладающее влияние симпатического отдела ВНС.

Таблица 3. – Показатели вариационной пульсометрии танцоров до и после тренировочного занятия

Показатель	До тренировочного занятия, $n = 20$	После тренировочного занятия, $n = 20$
$Mo, \text{с}$	$27,45 \pm 26,7$	$17,63 \pm 1,3^{**}$
$АМо, \%$	$30,51 \pm 10,4$	$692,63 \pm 1,0$
$IBP, \text{у.е.}$	$128,47 \pm 90,0$	$169,40 \pm 0,4^{***}$
$ПАПР, \text{у.е.}$	$48,13 \pm 26,7$	$52,96 \pm 0,5$
$ВПР, \text{у.е.}$	$0,40 \pm 0,08$	$0,36 \pm 1,1$
$ИН, \text{у.е.}$	$105,33 \pm 106,2$	$138,22 \pm 0,3^{***}$
$dx, \text{мс}$	$273,25 \pm 61,6$	$254,76 \pm 1,2^{**}$

Примечание: * различия между группами статистически значимы $p < 0,05$; ** различия между группами статистически значимы $p < 0,01$; *** различия между группами статистически значимы $p < 0,001$.

После тренировки индекс напряжения ($ИН$) увеличился в 2 раза, известно, что данный индекс является показателем централизации процессов регуляции сердечного ритма. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Даже незначительная нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивает $ИН$ в 1,5–2 раза [8].

Анализ вариабельности сердечного ритма показал, что у детей до занятия функциональное состояние организма по интегральному показателю Health в среднем определяется как удовлетворительное (таблица 4). Вместе с тем неудовлетворительные значения были зарегистрированы у 40% танцоров. Удовлетворительное функциональное состояние было отмечено только у 20% занимающихся. У 40% обследованных показатели Health указывали на хорошее функциональное состояние организма.

Следует отметить, что после занятия функциональное состояние организма по интегральному показателю Health в среднем определяется как неудовлетворительное. У 60% обследованных показатели Health указывали на неудовлетворительное функциональное состояние организма. Удовлетворительное функциональное состояние было отмечено только у 40% детей.

У 40% занимающихся все пять рассматриваемых показателей (*A*, *B*, *C*, *D*, Health) находились в диапазоне неудовлетворительных значений. Как правило, неудовлетворительное значение интегрального показателя Health соотносилось как минимум с двумя и более столь же низкими значениями других показателей (*A*, *B*, *C*, *D*). Чаще других показателей у детей, имеющих удовлетворительное состояние по значению Health, на плохом или неудовлетворительном уровне находился показатель вегетативной регуляции (*B*). У детей с хорошим уровнем интегрального показателя функционального состояния организма на столь же высоком уровне находились и все остальные показатели (*A*, *B*, *C*, *D*). После занятий показатели (*A*, *B*, *C*, *D*) в среднем имели неудовлетворительные значения.

Таблица 4. – Показатели функционального состояния организма детей, занимающихся спортивными бальными танцами

Показатель	До тренировочного занятия, $n = 20$	После тренировочного занятия, $n = 20$
<i>A</i> – уровень адаптации организма, %	$54,65 \pm 28,12$	$29,1 \pm 21,96^{**}$
<i>B</i> – показатель вегетативной регуляции, %	$40,46 \pm 25,1$	$21,71 \pm 15,16^*$
<i>B1</i> – уровень регуляции, %	$40,5 \pm 25,06$	$21,7 \pm 15,2^*$
<i>B2</i> – резервы регуляции, %	$60,68 \pm 24,8$	$44,4 \pm 22,1^*$
<i>C</i> – показатель центральной регуляции, %	$46,02 \pm 15,76$	$29,68 \pm 21,14^*$
<i>D</i> – показатель психо-эмоционального состояния, %	$49,97 \pm 17,1$	$30,56 \pm 18,6^{**}$
Health – интегральный показатель здоровья, %	$47,8 \pm 20,9$	$27,8 \pm 18,9^*$

Примечание: * различия между группами статистически значимы $p < 0,05$; ** различия между группами статистически значимы $p < 0,01$; *** различия между группами статистически значимы $p < 0,001$.

В качестве одного из интегральных показателей уровня тренированности организма принимается соотношение симпатических и парасимпатических влияний как отражение сбалансированности воздействия на синусовый узел сердца со стороны вегетативной нервной системы (показатель *B1*). Применительно рассматриваемого нами контингента у 40% детей до занятий данный показатель соответствовал неудовлетворительному уровню. У 40% детей неудовлетворительном уровне находился и другой показатель вегетативной регуляции (*B2*), рассматриваемый как показатель резервов организма и выражающий вклад в развитие баланса (дисбаланса) симпатических и парасимпатических влияний на ВСП более высоко расположенных уровней системной регуляции. У остальной части обследованных после занятий резервы организма находятся на удовлетворительном и хорошем уровнях.

Таким образом, изменения центральной гемодинамики, кардиодинамики и ВСП регистрируемые у детей, занимающихся спортивными бальными танцами свидетельствует о наличии эмоционального стресса.

Выводы:

1. Общая мощность спектра (*TP*) у танцоров после тренировки достоверно отличалась от значений *TP* до тренировки и была меньше на 57,4%. Симпатико-парасимпатическое равновесие после занятия смещено в сторону преобладания симпатического отдела автономной нервной системы.
2. Для данной группы танцоров характерен более низкий уровень церебральных эрготропных влияний, обеспечивающих адаптационные реакции.
3. Повышение индекса напряжения (*ИН*) свидетельствует об неустойчивости адаптации к воздействиям различных факторов внешней среды. Следовательно, в условиях покоя гемодинамическое обеспечение организма юных танцоров происходит в условиях пониженной активности сердечных парасимпатических влияний.

4. Физическая нагрузка, используемая на занятиях спортивными бальными танцами, не адекватна состоянию и уровню здоровья юных спортсменов. Использование программно-аппаратного комплекса «Омега-М» позволит оптимизировать тренировочные воздействия согласно функциональным возможностям занимающихся.

5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луныкова, Л.Г. Здоровье населения: проблемы и пути решения / Л.Г. Луныкова, В.Р. Шухатович // Социологический альманах. – 2012. – № 3. – С. 415–424.
2. Борисова, Т.С. Направления формирования здорового образа жизни населения на современном этапе / Т.С. Борисова, С.М. Лебедев // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2013. – № 1. – С. 40–41.
3. Удод, В.М., Развитие познавательной активности школьников на третьем уроке физической культуры средствами бального танца / В.М. Удод, Е.С. Борисенкова // Вестник ЧГПУ. – 2013. – № 11. – С. 206–213.
4. Экзаменационный эмоциональный стресс у студентов / Е.А. Юматов [и др.] // Физиология человека. – 2001. – № 2 (Т. 27). – С. 104–110.
5. Sakuragi, S. Interactive effects of task difficulty and personality on mood and heart rate variability / S. Sakuragi, Y. Sugiyama // Journal of Physiological anthropology and Applied Human Science. – 2004. – Vol. 23. – P. 81–91.
6. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск : Удмурт. ун-т, 2009. – 255 с.
7. Алгоритм диагностического применения программно-аппаратного комплекса «Омега-С» в спортивной медицине : моногр. / Ю.Э. Питкевич [и др.]. – Гомель, 2010. – 160 с.
8. Малах, О.Н. Вариабельность сердечного ритма в оценке функционального состояния организма человека / О.Н. Малах, Т.Ю. Крестьянинова, Ю.Э. Питкевич. – М. : РУСАЙНС, 2019. – 118 с.

Поступила 25.04.2019

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF CHILDREN INVOLVED IN COMPETITIVE BALLROOM DANCING BY HEART RATE VARIABILITY

O. MALAH

In the article set forth the analysis results of the functional state of children from 4 to 7 years, taking up sportive ballroom dancing according to heart rate variability before and after the class. The total spectral power of dancers after training was significantly different from that before the training and was 57.4% less. Sympathetic-parasympathetic balance after the activity is shifted towards the predominance of the sympathetic division of the autonomic nervous system. This group of dancers is characterized by a lower level of cerebral ergotropic influences providing adaptive responses. An increase in the «stress index» indicates the instability of adaptation to the effects of various environmental factors. Consequently, in conditions of rest hemodynamic provision of the body of young dancers occurs in conditions of reduced activity of cardiac parasympathetic influences. Exercise used in sports ballroom dancing is inadequate to the state and level of health of young athletes. The use of the Omega-M hardware-software complex will allow optimizing the training effects according to the functional capabilities of the students.

Keywords: sportsman dancer, sportive ballroom dancing, heart rate variability.