



© Н. В. Ячменев, В. Б. Рубанович

DOI: [10.15293/2226-3365.1803.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1803.12)

УДК 612+372.016:796

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ШКОЛЬНИКОВ 1–2 КЛАССОВ ПРИ ЦИКЛОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УРОКОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Н. В. Ячменев, В. Б. Рубанович (Новосибирск, Россия)

Проблема и цель. Исследования, направленные на повышение эффективности физического воспитания, изучение процесса адаптации школьников в динамике учебного года в зависимости от организации уроков физической культуры являются сейчас актуальным научным направлением в области физиологии. Целью работы стало изучение динамики показателей variability сердечного ритма школьников 1–2 классов в процессе учебного года при цикловой и традиционной организации уроков физической культуры.

Методология. Мы изучили показатели variability сердечного ритма школьников 1– классов (18 человек – экспериментальная группа и 35 человек – контрольная группа) в условиях фоновой и ортостатической проб. В экспериментальной группе (ЭГ) годовая учебная нагрузка по физической культуре была перераспределена на 4 цикла и межцикловые периоды по 4–5 недель каждый с увеличением до 5 уроков в неделю в периоды циклов и их уменьшением в межцикловые периоды до 2 уроков в неделю. Школьники контрольной группы (КГ) занимались физической культурой по 1 часу 3 раза в неделю.

Результаты. Авторы выявили у школьников экспериментальной группы, при цикловой организации уроков физической культуры, к концу учебного года по сравнению с исходными данными достоверное увеличение всех изученных показателей временного анализа сердечного ритма, общей мощности спектра и высокочастотного компонента, уменьшение вагосимпатического баланса, амплитуды моды, индекса вегетативного равновесия, индекса напряжения и увеличение вариационного размаха. Это указывает на усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции сердца, снижение централизации процессов управления и степени напряжения механизмов регуляции сердечного ритма, повышение адаптационных возможностей организма. В контрольной группе отмечена противоположная динамика изученных показателей, что свидетельствует об усилении влияния симпатического и гуморально-метаболического компонентов в регуляции сердца, напряжении адаптационного потенциала в конце учебного года.

Ячменев Николай Владимирович – учитель физической культуры, негосударственное образовательное учреждение «Образовательный комплекс школа-сад «Наша Школа».

E-mail: Yachmenev1988@mail.ru

Рубанович Виктор Борисович – доктор медицинских наук, профессор кафедры спортивных дисциплин, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: Rubanovich08@mail.ru

Заключение. *Полученные результаты позволяют рекомендовать цикловую организацию с целью повышения оздоровительного эффекта уроков физической культуры в условиях общеобразовательного учреждения.*

Ключевые слова: *физическое воспитание школьников; цикловая организация; вариабельность сердечного ритма; адаптационные возможности организма.*

Постановка проблемы

Высокие требования, предъявляемые школьной учебной программой, зачастую превышают функциональные возможности организма детей и подростков, что отрицательно сказывается на здоровье учащихся [2; 7; 28]. За период обучения в школе увеличивается количество детей с заболеваниями костно-мышечного аппарата, нервной системы, органов зрения, пищеварения, дыхания, эндокринной системы, психическими расстройствами и расстройствами поведения [6]. С каждым последующим годом обучения увеличивается наполняемость III–IV групп здоровья за счет детей I и II групп здоровья [4; 13]. Ухудшение физического здоровья обучающихся проявляется не только в тенденции к росту заболеваемости, но и в ухудшении показателей физического развития, функционального состояния организма [11; 18]. Процесс их адаптации к учебным нагрузкам сопровождается напряжением регуляторных механизмов [12]. По мнению ученых, ухудшение здоровья детей и подростков в значительной мере связано с большой учебной нагрузкой, низкой двигательной активностью [9; 13; 31] и недостаточной эффективностью физического воспитания в общеобразовательных учреждениях [5; 10; 15]. Традиционная система физического воспитания в общеобразовательной школе имеет низкую оздоровительную эффективность и не способна исправить сложившуюся за последние десятилетия ситуацию. В связи с этим усилия специалистов направлены на совершенствование системы физического воспитания в

общеобразовательных учреждениях [19; 27; 35]. Авторы предлагают планировать учебный материал на уроках физической культуры на основе принципов физической тренировки [20], применять дифференцированный подход в организации процесса физического воспитания [19], использовать на уроках физической культуры различные виды фитнеса [34], йоги [24] и элементов игры в футбол [16]. Другие исследователи считают, что недостаточно только уроков, и предлагают использовать малые формы физического воспитания [17], массовое приобщение учащейся молодежи к активным и регулярным занятиям физической культурой [21]. Зарубежные авторы рекомендуют повышать интенсивность физических нагрузок на уроках физической культуры [25; 29], использовать смешанные группы по интересам детей и подростков для занятий на уроках [35], учитывать гендерные особенности учащихся [26], а также увеличивать двигательную активность школьников во внеурочное время [30; 32].

Согласно литературным данным при использовании различных инновационных технологий в физическом воспитании учащейся молодежи наблюдаются позитивные изменения морфофункциональных показателей [10; 23; 34], двигательных качеств [18; 19]. Вместе с тем проблема повышения оздоровительной эффективности физического воспитания школьников до сих пор остается актуальной [2; 22; 33].

Объективным и информативным показателем адаптационной деятельности целостного организма, методом оценки состояния механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы, адаптивных и резервных возможностей организма человека является анализ вариабельности сердечного ритма (ВРС) [1; 3]. Цель работы – выяснить особенности состояния регуляторных механизмов школьников 1–2 классов в процессе учебного года при цикловой и традиционной организации уроков физической культуры по результатам показателей вариабельности сердечного ритма.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе НОУ «Образовательный комплекс школа-сад «Наша Школа»» (экспериментальная группа – ЭГ) и МБОУ СОШ № 169 (контрольная группа – КГ) Новосибирска. Были обследованы практически здоровые мальчики 1–2 классов. Обследования проводились в начале и конце учебного года в первой половине дня. Учащиеся ЭГ занимались на уроках физической культуры по цикловой организации, которая представляла собой перераспределение уроков физической культуры на «цикл» и «межцикловой период». Во время «цикла» уроки физической культуры проводились по 5 часов в неделю, а в «межцикловой период» – по 2 часа в неделю. Школьники КГ занимались на уроках физической культуры по традиционной организации 3 часа в неделю. Количество часов в обеих группах за период учебного года соответствовало учебной программе.

Для изучения показателей вариабельности сердечного ритма использовали компьютерный кардиограф «Поли-Спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново). Исследование школьников проводилось согласно рекомендациям [14] лежа на спине в течение 5 минут

(фоновая проба) и в положении стоя длительностью 6 минут (ортостатическая проба). Оценивали показатели кардиоинтервалографии, временного и спектрального анализа. Оценивали реактивность парасимпатического отдела автономной нервной системы с помощью показателя коэффициента 30:15:

- парадоксальная реакция (менее 1,0);
- сниженная реакция (1,0–1,25);
- нормальная реакция (1,25–1,75);
- избыточная реакция (более 1,75) [14].

Математическую обработку данных проводили с использованием методов статистического анализа. Различия между группами оценивали по t-критерию Стьюдента (для динамических наблюдений в пределах одной группы) и по критерию Вилкоксона–Манна–Уитни для независимых выборок и считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования

Исследование показателей вариабельности сердечного ритма в условиях фоновой пробы в начале учебного года не выявило достоверных различий между школьниками 1–2 классов экспериментальной и контрольной групп (табл. 1). Согласно результатам спектрального анализа наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма вносила парасимпатическая нервная система (фоновая ваготония покоя). Преобладание высокочастотных волн в регуляции сердца свидетельствует о хорошем физическом состоянии и стрессоустойчивости организма обследованных [8].

В конце учебного года у школьников ЭГ выявлено достоверное увеличение временных показателей вариабельности сердечного ритма (SDNN; RMSSD; CV; pNN50%), что указывает на усиление парасимпатических влияний вегетативной нервной системы на ритм сердца (табл. 1). Это подтверждают дан-

ные спектральных показателей ВРС. У мальчиков ЭГ в динамике учебного года обнаружен достоверный рост суммарной активности нейрогуморальных влияний (TP) на сердечный ритм ($p \leq 0,05$), причем увеличение общей мощности спектра (TP) произошло преимущественно за счет роста высокочастотного (HF)

компонента ($p \leq 0,05$). Наблюдаемое при этом уменьшение вагосимпатического баланса (LF/HF) также указывает на усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Приведенные данные указывают на улучшение функционального состояния школьников ЭГ [8].

Таблица 1

Показатели временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у школьников 1–2 классов в условиях фоновой пробы ($\pm M$)

Table 1

The parameters of time and spectral analysis of heart rate variability in schoolchildren of the 1st and 2nd grades under background test conditions ($\pm M$)

Показатели	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Осень	Весна	Осень	Весна
Временной анализ				
SDNN, мс	46,4 ± 2,4	60,8 ± 3,3 ^{^*}	49,8 ± 3,0	45,1 ± 3,3
RMSSD, мс	44,4 ± 2,9	65,4 ± 3,9 ^{^*}	50,8 ± 4,4	43,5 ± 5,5
pNN50, %	25,8 ± 2,9	40,0 ± 3,1 ^{^*}	25,4 ± 2,4	19,9 ± 2,6
CV, %	6,5 ± 0,4	8,0 ± 0,4 ^{^*}	7,0 ± 0,4	6,5 ± 0,5
Спектральный анализ				
TP, мс ²	2 586 ± 307	4 264 ± 376 ^{^*}	3 115 ± 347	2 727 ± 271
VLF, мс ²	758 ± 187	848 ± 113	762 ± 74	717 ± 93
LF, мс ²	759 ± 89	1 122 ± 108	850 ± 86	856 ± 105
HF, мс ²	1 069 ± 93	2 295 ± 264 ^{^*}	1 503 ± 288	1 211 ± 328
LF/HF	0,797 ± 0,095	0,601 ± 0,079 ^{^*}	0,876 ± 0,174	1,255 ± 0,149
VLF, %	27,5 ± 2,3	20,9 ± 1,7 ^{^*}	28,3 ± 2,1	30,2 ± 2,0
LF, %	29,6 ± 1,8	26,9 ± 1,9 ^{^*}	28,1 ± 1,4	33,5 ± 1,8
HF, %	42,9 ± 2,8	52,2 ± 2,3 ^{^*}	43,6 ± 2,8	36,4 ± 3,1
Примечание: достоверные различия средних величин: [^] – между началом и концом учебного год; [*] – между сверстниками ЭГ и КГ в один и тот же период учебного года, при $p \leq 0,05$ Note: significant differences in mean values: [^] – between the beginning and the end of the school year; [*] – between peers EG and KG in the same period of the school year, with $p \leq 0,05$				

У мальчиков КГ за период учебного года наблюдалась тенденция к уменьшению временных показателей (SDNN; RMSSD; CV; pNN50%), общей мощности спектра (TP), высокочастотного компонента (HF), а показатель вагосимпатического баланса (LF/HF) достоверно возрастал ($p \leq 0,05$), что указывает на

усиление активности симпатического влияния на сердечный ритм школьников контрольной группы (табл. 1).

По данным кардиоинтервалографии (табл. 2) в динамике наблюдений у школьников ЭГ выявлено увеличение вариационного размаха (BP), уменьшение частоты сердечных

сокращений (ЧСС), величин амплитуды моды (АМо), индекса вегетативного равновесия (ИВР), показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР), вегетативного показателя ритма (ВПР), индекса напряжения (ИН) ($p \leq 0,05$). Все это свидетельствовало об увеличе-

нии вклада парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции сердца, снижении централизации процессов управления и степени напряжения механизмов регуляции сердечным ритмом к концу учебного года.

Таблица 2

Показатели кардиоинтервалографии школьников 1–2 классов в условиях фоновой пробы ($\pm M$)

Table 2

The indices of cardiointervalography of schoolchildren 1–2 grade under background test conditions ($\pm M$)

Показатели	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Осень	Весна	Осень	Весна
ЧСС, уд/мин	84,6 ± 1,2	80,6 ± 1,2 ^{^*}	84,0 ± 1,7	86,0 ± 1,7
АМо, %	39,2 ± 2,4	31,7 ± 1,7 ^{^*}	41,0 ± 1,7	44,5 ± 1,9
ВР, с	0,224 ± 0,007	0,269 ± 0,012 ^{^*}	0,242 ± 0,012	0,221 ± 0,010
ИВР у.е.	185,3 ± 10,4	127,2 ± 11,4 ^{^*}	196,7 ± 18,1	237,8 ± 17,6
ПАПР, у.е.	55,9 ± 3,5	44,0 ± 3,0 ^{^*}	61,2 ± 3,0	67,9 ± 3,6
ВПР, у.е.	6,5 ± 0,3	5,3 ± 0,3 ^{^*}	6,7 ± 0,4	7,6 ± 0,4
ИН, у.е.	156,2 ± 18,7	87,3 ± 7,1 ^{^*}	148,1 ± 12,6	182,8 ± 12,2 [^]

Примечание: достоверные различия средних величин: [^] – между началом и концом учебного год; ^{*} – между сверстниками ЭГ и КГ в один и тот же период учебного года, при $p \leq 0,05$
Note: significant differences in mean values: [^] – between the beginning and the end of the school year; ^{*} – between peers EG and KG in the same period of the school year, with $p \leq 0,05$

Направленность изменения изученных показателей вариационной пульсометрии учащихся контрольной группы к концу учебного года характеризовалась тенденцией к уменьшению ВР, увеличению ЧСС, АМо, ИВР, ПАПР, ВПР, ИН, что указывало на повышение активности центрального контура регуляции, а также на усиление напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы (табл. 2).

При выполнении ортостатической пробы изменения изученных показателей ВСР (временного, спектрального анализа и вариационной пульсометрии) в динамике учебного года у школьников ЭГ и КГ имели схожую направленность, как и при проведении фоновой пробы в состоянии относительного покоя (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели вариабельности сердечного ритма школьников 1–2 классов
в ответ на ортостатическую нагрузку ($\pm M$)**

Table 3

Parameters of heart rate variability in schoolchildren of grade 1–2 in response to orthostatic load ($\pm M$)

Показатели	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Осень	Весна	Осень	Весна
Временной анализ				
SDNN, мс	41,9 \pm 2,4	51,0 \pm 2,4 ^{^*}	40,3 \pm 2,6	33,3 \pm 2,5
RMSSD, мс	25,9 \pm 1,7	32,3 \pm 2,1 ^{^*}	26,4 \pm 2,7	21,0 \pm 2,6
pNN50, %	7,0 \pm 2,0	12,6 \pm 1,8 ^{^*}	7,6 \pm 1,5	5,4 \pm 1,6
CV, %	6,9 \pm 0,4	7,8 \pm 0,4 ^{^*}	6,7 \pm 0,3	5,7 \pm 0,3
K 30/15	1,28 \pm 0,03	1,36 \pm 0,02 [^]	1,35 \pm 0,05	1,32 \pm 0,04
Спектральный анализ				
TP, мс ²	2 854 \pm 403	3 658 \pm 305 ^{^*}	2 618 \pm 352	1 964 \pm 298
VLF, мс ²	1 332 \pm 192	1 534 \pm 168 ^{^*}	1 020 \pm 86	761 \pm 100
LF, мс ²	925 \pm 99	1 326 \pm 109 ^{^*}	970 \pm 133	726 \pm 91
HF, мс ²	596 \pm 137	796 \pm 130	628 \pm 135	477 \pm 112
LF/HF	2,2 \pm 0,2	2,1 \pm 0,1	2,3 \pm 0,3	2,3 \pm 0,2
VLF, %	47,1 \pm 4,1	42,0 \pm 2,0	41,6 \pm 2,0	40,3 \pm 2,5
LF, %	34,4 \pm 3,0	37,4 \pm 2,5	36,7 \pm 1,9	38,8 \pm 1,7
HF, %	18,5 \pm 1,8	21,0 \pm 1,8	21,7 \pm 1,5	20,9 \pm 1,6
Кардиоинтервалография				
ЧСС, уд/мин	102,0 \pm 2,5	94,0 \pm 2,0 ^{^*}	104,8 \pm 1,6	108,1 \pm 2,1
АМо, %	42,7 \pm 2,1	36,8 \pm 1,7 ^{^*}	47,7 \pm 1,7	50,9 \pm 2,0
ВР, с	0,203 \pm 0,013	0,252 \pm 0,016 ^{^*}	0,221 \pm 0,011	0,174 \pm 0,011 [^]
ИВР, у.е.	244,8 \pm 26,6	166,6 \pm 20,2 ^{^*}	242,6 \pm 16,6	348,4 \pm 27,8 [^]
ПАПР, у.е.	74,1 \pm 4,9	58,6 \pm 4,8 ^{^*}	84,8 \pm 3,8	94,1 \pm 4,4
ВПР, у.е.	9,3 \pm 0,6	6,8 \pm 0,6 ^{^*}	8,7 \pm 0,4	12,0 \pm 0,7 [^]
ИН, у.е.	215,8 \pm 24,7	134,8 \pm 19,1 ^{^*}	216,3 \pm 17,1	327,9 \pm 27,7 [^]
Примечание: достоверные различия средних величин: [^] – между началом и концом учебного год; * – между сверстниками ЭГ и КГ в один и тот же период учебного года, при $p \leq 0,05$ Note: significant differences in mean values: [^] – between the beginning and the end of the school year; * – between peers EG and KG in the same period of the school year, with $p \leq 0,05$				

Что касается показателя К30/15, отражающего изменения барорефлекторной регуляции, то в ЭГ наблюдалось его достоверное увеличение, а в КГ – тенденция к уменьшению (табл. 4). При этом по данным индивидуаль-

ного анализа к концу учебного года в ЭГ количество детей со сниженной реакцией сердца уменьшалось на 22%, тогда как в КГ позитивные изменения в распределении школьников по типам реакции были не значительными.



Таблица 4

Распределение школьников 1–2 классов по типу реакции сердца на ортостатическую нагрузку ($\pm M$), проценты

Table 4

Distribution of schoolchildren of 1–2 classes according to the type of the heart reaction to the orthostatic load ($\pm M$), percent

Тип реакции	ЭГ		КГ	
	Осень	Весна	Осень	Весна
Избыточная	0	0	6	3
Нормальная	56	78	48	54
Сниженная	44	22	46	43
Парадоксальная	0	0	0	0

Заключение. По результатам исследования варибельности сердечного ритма у школьников экспериментальной группы, при цикловой организации уроков физической культуры, к концу учебного года по сравнению с исходными данными наблюдается усиление активности автономного контура регуляции, увеличение вклада парасимпатического отдела нервной системы в регуляцию

сердца, что отражает улучшение функционального состояния и повышение адаптационных возможностей организма учащихся. У школьников контрольной группы в условиях традиционной организации уроков физической культуры, напротив, в процессе учебного года выявлено повышение активности центрального контура регуляции, а также усиление напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзман Р. И., Головин М. С. Эффективность влияния однократной и продолжительной аудиовизуальной стимуляции на варибельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции у спортсменов-цикликов // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 113–120. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22931165>
2. Александров А. А., Звездина И. В., Котова М. Б., Березина Н. О., Иванова Е. И., Ваганов А. Д. Оценка состояния здоровья школьников г. Мурманска // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. – 2015. – Т. 94, № 6. – С. 170–175. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24999342>
3. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Введение в донозологическую диагностику: монография. – М.: Слово, 2008. – 176 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19545968>
4. Баранов А. А., Намазова-Баранова Л. С., Ильин А. Г. Сохранение и укрепление здоровья подростков – залог стабильного развития общества и государства (состояние проблемы) // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2014. – Т. 69, № 5-6. – С. 65–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21730616>



5. **Белоедов А. В., Худяков Г. Г., Рыжков Р. Е.** Комплексный подход к обеспечению занятий физическими упражнениями с оздоровительной направленностью // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9-10. – С. 2186–2190. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22030411>
6. Богомолова Е. С., Кузмичев Ю. Г., Котова Н. В., Киселева А. С., Бадеева Т. В., Ашина М. В., Платонова Т. В. Динамика состояния здоровья городских школьников (1980–2012) // *Медицинский альманах*. – 2014. – № 2 (32). – С. 88–91. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21638785>
7. **Гончарова Л. Н., Юренев А. П., Альнасер М.** Влияние интегральных подходов к обучению школьников старших классов на формирование здорового образа жизни // *Интеграция образования*. – 2016. – Т. 20, № 4 (85). – С. 529–541. DOI: <http://dx.doi.org/10.15507/1991-9468.085.020.201604.529-541>
8. **Догадкина С. Б.** Возрастная динамика временных и спектральных показателей variability сердечного ритма у детей 5–9 лет // *Новые исследования*. – 2012. – № 4 (33). – С. 40–48. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21075410>
9. **Криволапчук И. А., Чернова М. Б., Полянская Н. В.** Факторная структура физической работоспособности детей 7–8 лет // *Гигиена и санитария*. – 2016. – Т. 95, № (7). – С. 636–642. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26486802>
10. **Курчанова Е. И., Ефимова С. В., Игнатенков Н. Е., Чернышева Е. Н., Львова Л. Г.** Инновационные подходы к организации физической культуры детей на основе Вальдорфских игр подвижного характера // *Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта*. – 2013. – № 2 (96). – С. 83–88. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18830503>
11. **Лисейкина О. В., Попов И. В., Магомедов Р. Р.** Системный подход к мониторингу физического состояния школьников // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. – 2015. – № 2 (159). – С. 158–166. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23714790>
12. **Лукина С. Ф., Чуб И. С., Нефёдова К. О.** Сердечный ритм в процессе когнитивной деятельности у детей 8–10 лет с разными соматотипами // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. – 2015. – № 1. – С. 24–30. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23266370>
13. **Макунина О. А., Якубовская И. А.** Структура и динамика состояния здоровья школьников 7–17 лет // *Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке»*. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 29–31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22885244>
14. **Михайлов В. М.** Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода: монография. – Иваново: Ивановская государственная медицинская академия, 2002. – 290 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23811340>
15. **Найданов Б. Н., Цинкер В. М.** Повышение качества физического воспитания школьников // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2014. – № 13-1. – С. 144–148. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22490047>
16. **Плотникова И. И., Галимов Г. Я., Кудрявцев М. Д., Михалёва Е. А., Бортникова Т. М.** Развивающее обучение школьников игре в футбол на уроках физической культуры // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2013. – № 13. – С. 109–113. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20377330>
17. **Ревякина В. И.** Оздоровительный подход к организации физической культуры в школе // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. – 2014. – № 1 (142). – С. 127–130. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21138906>



18. Самокиш И. И., Босенко А. И., Дискаленко С. И., Шандицева П. М. Уровень физического развития девочек 11–12 лет в процессе учебных занятий физической культурой, направленных на развитие выносливости // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2015. – № 2. – С. 22–28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23102023>
19. Скляр Д. А., Скляр А. В., Мунчаев К. М. Дифференцированное развитие физических качеств у младших школьников // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. – 2015. – № 4 (33). – С. 81–85. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25293888>
20. Спирин В. К., Болдышев Д. Н. Спортизация уроков физической культуры в качестве ведущего условия реализации здоровьесформирующей функции отечественной системы физкультурного образования // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2015. – № 2. – С. 49–52. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23464359>
21. Фирсин С. А. Инновационные формы и методы современного физического воспитания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 12. – С. 132–136. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21075713>
22. Ячменев Н. В., Рубанович В. Б. Функциональные показатели кардиореспираторной системы и физическая работоспособность школьников 1–11-х классов при разных формах организации уроков физической культуры // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 11. – С. 101–104. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27390619>
23. Ячменев Н. В., Рубанович В. Б. Мониторинг физического здоровья школьников в зависимости от организации уроков физической культуры // Естественные науки. – 2016. – № 3 (56) – С. 78–85. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27314885>
24. Folleto J. C., Pereira K. R. G., Valentini N. C. The effects of yoga practice in school physical education on children's motor abilities and social behavior // International Journal of Yoga. – 2016. – Vol. 9, Issue 2. – P. 156–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0973-6131.183717>
25. Fröberg A., Raustorp A., Pagels P., Larsson C., Boldemann C. Levels of physical activity during physical education lessons in Sweden // Acta Paediatrica. – 2017. – Vol. 106, Issue 1. – P. 135–141. PMID: 27537369 DOI: 10.1111/apa.13551 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27537369>
26. Guerra S., Santos P., Ribeiro J. C., Duarte J. A., Mota J., Sallis J. F. Assessment of children's and adolescents' physical activity levels // European Physical Education Review. – 2003. – Vol. 9, Issue 1. – P. 75–85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1356336X03009001181>
27. Kenney E. L., Gortmaker S. L. United States Adolescents' Television, Computer, Videogame, Smartphone, and Tablet Use: Associations with Sugary Drinks, Sleep, Physical Activity, and Obesity // The Journal of Pediatrics. – 2017. – Vol. 182. – P. 144–149. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.015>
28. Kudláček M., Frömel K., Jakubec L., Groffik D. Compensation for Adolescents' School Mental Load by Physical Activity on Weekend Days // International Journal of Environmental Research Public Health. – 2016. – Vol. 13, Issue 3. – P. 308. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph13030308>
29. Molina-Garscía J., Queralta A., Estevan I., Sallis J. F. Ecological correlates of Spanish adolescents' physical activity during physical education classes // European Physical Education Review. – 2016. – Vol. 22, Issue 4. – P. 479–489. DOI: <https://doi.org/10.1177/1356336X15623494>



30. **Passmore E., Donato-Hunt C., Maher L., Havrlant R., Hennessey K., Milat A., Farrell L.** Evaluation of a pilot school-based physical activity challenge for primary students // *Health Promotion Journal of Australia*. – 2017. – Vol. 28, Issue 2. – P. 103–109. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/HE16021>
31. **Regis M. F., Oliveira L. M. F. T. de, Santos A. R. M. dos, Leonidio A. da C. R., Diniz P. R. B., Freitas C. M. S. M. de** Urban versus rural lifestyle in adolescents: associations between environment, physical activity levels and sedentary behavior // *Einstein (San Paulo)*. – 2016. – Vol. 14, № 4. – P. 461–467. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-45082016ao3788>
32. **Polo-Oteyza E., Ancira-Moreno M., Rosel-Pech C., Sánchez-Mendoza M. T., Salinas-Martínez V., Vadillo-Ortega F.** An intervention to promote physical activity in Mexican elementary school students: building public policy to prevent noncommunicable diseases // *Nutrition Reviews*. – 2017. – Vol. 75, Issue suppl_1. – P. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw047>
33. **Ruiz-Trasserra A., Pérez A., Continente X., O'Brien K., Bartroli M., Teixidó-Compañó E., Espelt A.** Patterns of physical activity and associated factors among teenagers from Barcelona (Spain) in 2012 // *Gaceta Sanitaria*. – 2017. – Vol. 31, Issue 6. – P. 485–491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.10.004>
34. **Fairclough S. J., McGrane B., Sanders G., Taylor S., Owen M., Curry W.** A non-equivalent group pilot trial of a school-based physical activity and fitness intervention for 10-11 year old english children: born to move // *BMC Public Health*. – 2016. – Vol. 16. – P. 861. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3550-7>
35. **Wilkinson S., Penney D., Allin L.** Setting and within-class ability grouping: A survey of practices in physical education // *European Physical Education Review*. – 2016. – Vol. 22, Issue 3. – P. 336–354. DOI: <https://doi.org/10.1177/1356336X15610784>



DOI: [10.15293/2226-3365.1803.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1803.12)

Nikolay Vladimirovich Yachmenev,
teacher of physical culture
"Nasha Shkola", Novosibirsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8107-7987>
E-mail: Yachmenev1988@mail.ru

Viktor Borisovich Rubanovich,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Department of Sports Disciplines,
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2485-4388>
E-mail: Rubanovich08@mail.ru

Peculiarities of dynamics of variability indexes of heart rhythm of schoolchildren 1-2 classes at cyclic organization of lessons of physical culture

Abstract

Introduction. Research investigations aimed at increasing the effectiveness of physical education, studying the process of schoolchildren's adaptation in the dynamics of the academic year, depending on the planning and teaching of physical education lessons, are now a topical scientific area in the field of physiology. The purpose of this research was to study the peculiarities of the dynamics of heart rate variability in schoolchildren of the 1st and 2nd grades during the school year during the cyclic and traditional planning and teaching of physical education lessons.

Materials and Methods. The authors studied the parameters of heart rate variability in first and second-grade schoolchildren relying on background and orthostatic tests. The participants were divided into experimental group ($n=18$) and comparison group ($n=35$). In the experimental group (EG), the annual training load of physical education lessons was redistributed into 4 cycles and intercycle periods of 4–5 weeks each with an increase of up to 5 lessons per week during the cycles and their decrease in intercycle periods to 2 lessons per week. Schoolchildren of the comparison group (CG) were engaged in physical training for 1 hour 3 times a week.

Results. The experimental group showed a reliable increase in all the studied parameters of temporal analysis of the heart rate, the total power of the spectrum and the high-frequency component, a decrease in the vagosympathetic balance, the amplitude of the mode, the index of vegetative equilibrium, the stress index and the increase in the variation range. The obtained data indicate an increase in the influence of the parasympathetic part of the autonomic nervous system in the regulation of the heart, a decrease in the centralization of control processes and the degree of tension of the mechanisms of regulation by the heart rhythm, an increase in the adaptive capacity of the organism. In the comparison group, the opposite dynamics of the studied parameters was observed, which indicates an intensification of the influence of the sympathetic and humoral-metabolic components in the regulation of the heart, the tension of the adaptive potential at the end of the school year.

Conclusions. The obtained results make it possible to recommend a cyclic planning and teaching of physical education lessons with the aim of increasing their health-enhancing effect in the conditions of a general educational setting.



Keywords

Physical education of schoolchildren; Cyclic organization; Heart rate variability; Adaptive capabilities of the organism.

REFERENCES

1. Aizman R. I., Golovin M. S. The Impact of a Single and Continuous Audiovisual Stimulation on Heart Rate Variability and Mechanisms of Autonomic Regulation in Athletes-Cyclists. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2014, vol. 13, no. 6, pp. 113–120. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22931165>
2. Alexandrov A. A., Zvezdina I. V., Kotova M. B., Berezina N. O., Ivanova E. I., Vaganov A. D. Assessment of schoolchildren health in Murmansk. *Pediatrics. Journal named after G. N. Speransky*, 2015, vol. 94, no. 6, pp. 170–175. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24999342>
3. Baevsky R. M., Berseneva A. P. *Introduction to donosological diagnosis*. Monograph. Moscow, The Word Publ., 2008, 176 p. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19545968>
4. Baranov A. A., Namazova-Baranova L. S., Il'in A. G. Maintenance and Health Promotion of Adolescent - Pledge of Sustainable Development of Society and State (Current Status of the Issue). *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk = Annals of the Russian academy of medical sciences*, 2014, vol. 69, no. 5-6, pp. 65–70. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21730616>
5. Beloedov A. V., Khudyakov G. G., Ryzhkov R. E. An Integrated Approach to the Provision of Physical Exercises With a Health Focus. *Fundamental research*, 2014, no. 9-10, pp. 2186–2190. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22030411>
6. Bogomolova E. S., Kuzmichev Yu. G., Kotova N. V., Kiseleva A. S., Badeeva T. V., Ashina M. V., Platonova T. V. The dynamics of the health condition of urban schoolchildren (1980–2012). *Medical Almanac*, 2014, no. 2, pp. 88–91. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21638785>
7. Goncharova L. N., Yurenev A. P., Alnaser M. Integral Approaches To Teaching Senior Schoolchildren and Their Impact on Development of a Healthy Lifestyle. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*, 2016, vol. 20, no. 4, pp. 529–541. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15507/1991-9468.085.020.201604.529-541>
8. Dogadkin S. B. Age dynamics of temporal and spectral indices of cardiac rhythm variability in children 5–9 years. *New research*, 2012, no. 4, pp. 40–48. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21075410>
9. Krivolapchuk I. A., Chernova M. B., Polyanskaya N. V. Factorial structure of physical performance in children aged of 7–8 years. *Hygiene and Sanitation*, 2016, vol. 95, no. 7, pp. 636–642. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26486802>
10. Kurchanova E. I., Efimova S. V., Ignatenkov N. E., Chernysheva E. N., Lvova L. G. Innovative approaches to children physical culture organization based on Waldorf games of mobile nature. *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta*, 2013, no. 2, pp. 83–88. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18830503>
11. Liseikina O. V., Popov I. V., Magomedov R. R. System Approach to Monitoring of the Pupils' Physical Condition. *The Bulletin of Adyghe State University. Series 3: Pedagogy and Psychology*, 2015, no. 2, pp. 158–166. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23714790>
12. Lukina S. F., Chub I. S., Nefedova K. O. Heart Rate During Cognitive Activity of 8–10-year-old Children with Different Somatotypes. *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series*



- “*Medical and Biological Sciences*”, 2015, no. 1, pp. 24–30. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23266370>
13. Makunina O. A., Jakubovskaya A. I. Structure and dynamics of the health of schoolchildren 7–17 years. *On-line Scientific & Educational Bulletin. Health & education millennium*, 2015, vol. 17, no. 2, pp. 29–31. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22885244>
 14. Mikhailov V. M. *The variability of the rhythm of the heart: the experience of practical application of the method*. Monograph. Ivanovo, Ivanov State Medical Academy Publ., 2002, 290 p. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23811340>
 15. Naidanov B. N., Tsinker V. M. Increase of Quality of Schoolchildren Physical Education. *Bulletin of the Buryat State University*, 2014, no. 13-1, pp. 144–148. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22490047>
 16. Plotnikova I. I., Galimov G. Y., Kudryavtsev M. D., Mikhaleva E. A., Bortnikova T. M. Developing Education of Schoolchildren to Play Football at the Lessons of Physical Culture. *Bulletin of the Buryat State University*, 2013, no. 13, pp. 109–113. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20377330>
 17. Revyakina V. I. Health Approach to the Organization of Physical Training in Schools. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2014, no. 1, pp. 127–130. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21138906>
 18. Samokih I. I., Bosenko A. I., Diskolenko S. I., Shanditseva P. M. Evel of Physical Development of Girls 10–11 years in the Physical Training Aimed at Developing Endurance. *Izvestiya Tula State University. Physical Culture. Sport*, 2015, no. 2, pp. 22–28. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23102023>
 19. Sklyarov D. A., Sklyarov A. V., Munchaev K. M. Differentiated development of physical qualities in younger schoolchildren. *Proceedings of Dagestan State Pedagogical University*, 2015, no. 4, pp. 81–85. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25293888>
 20. Spirin V. K., Boldyshev D. N. Sportization of physical education lessons as a leading condition for implementation of health forming function of domestic physical culture education. *Physical Culture: Upbringing, Education, Training*, 2015, no. 2, pp. 49–52. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23464359>
 21. Firsin S. A. Innovative Contemporary Forms and Methods of Physical Education. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2013, no. 12, pp. 132–136. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21075713>
 22. Yachmenev N. V., Rubanovich V. B. Variations of functionality, cardiorespiratory system and physical work capacity rates depending on physical education process design for 1–11-graders. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2016, no. 11, pp. 101–104. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27390619>
 23. Yachmenev N. V., Rubanovich V. B. Monitoring of the physical health of schoolchildren depending on the organization of physical education lessons. *Natural Sciences. Journal of Fundamental and Applied Research*, 2016, no. 3, pp. 78–85. (In Russian) URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27314885>
 24. Folleto J. C., Pereira K. R., Valentini N. C. The effects of yoga practice in school physical education on children's motor abilities and social behavior. *International Journal of Yoga*, 2016, vol. 9, issue 2, pp. 156–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0973-6131.183717>
 25. Fröberg A., Raustorp A., Pagels P., Larsson C., Boldemann C. Levels of physical activity during physical education lessons in Sweden. *Acta Paediatrica*, 2017, vol. 106, issue 1, pp. 135–141. PMID: 27537369 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/apa.13551>



26. Guerra S., Santos P., Ribeiro J. C., Duarte J. A., Mota J., Sallis J. F. Assessment of children's and adolescents' physical activity levels. *European Physical Education Review*, 2003, vol. 9, issue 1, pp. 75–85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1356336X03009001181>
27. Kenney E. L., Gortmaker S. L. United States Adolescents' Television, Computer, Videogame, Smartphone, and Tablet Use: Associations with Sugary Drinks, Sleep, Physical Activity, and Obesity. *Journal of Pediatrics*, 2017, vol. 182, pp. 144–149. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.015>
28. Kudláček M., Frömel K., Jakubec L., Groffik D. Compensation for Adolescents' School Mental Load by Physical Activity on Weekend Days. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 2016, vol. 13, issue 3, pp. 308. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph13030308>
29. Molina-García J., Queralta A., Estevan I., Sallis J. F. Ecological correlates of Spanish adolescents' physical activity during physical education classes. *European Physical Education Review*, 2016, vol. 22, issue 4, pp. 479–489. DOI: <https://doi.org/10.1177/1356336X15623494>
30. Passmore E., Donato-Hunt C., Maher L., Havrlant R., Hennessey K., Milat A., Farrell L. Evaluation of a pilot school-based physical activity challenge for primary students. *Health Promotion Journal of Australia*, 2017, vol. 28, issue 2, pp. 103–109. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/HE16021>
31. Regis M. F., Oliveira L. M. F. T. de, Santos A. R. M. dos, Leonidio A. da C. R., Diniz P. R. B., Freitas C. M. S. M. de Urban versus rural lifestyle in adolescents: associations between environment, physical activity levels and sedentary behavior. *Einstein (San Paulo)*, 2016, vol. 14, no. 4, pp. 461–467. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-45082016ao3788>
32. Polo-Oteyza E., Ancira-Moreno M., Rosel-Pech C., Sánchez-Mendoza M. T., Salinas-Martínez V., Vadillo-Ortega F. An intervention to promote physical activity in Mexican elementary school students: building public policy to prevent noncommunicable diseases. *Nutrition Reviews*, 2017, vol. 75 (1), pp. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw047>
33. Ruiz-Trasserra A., Pérez A., Continente X., O'Brien K., Bartroli M., Teixidó-Compañó E., Espelt A. Patterns of physical activity and associated factors among teenagers from Barcelona (Spain) in 2012. *Gaceta Sanitaria*, 2017, vol. 31, issue 6, pp. 485–491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.10.004>
34. Fairclough S. J., McGrane B., Sanders G., Taylor S., Owen M., Curry W. A non-equivalent group pilot trial of a school-based physical activity and fitness intervention for 10-11 year old English children: born to move. *BMC Public Health*, 2016, vol. 16, pp. 861. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3550-7>
35. Wilkinson S., Penney D., Allin L. Setting and within-class ability grouping: A survey of practices in physical education. *European Physical Education Review*, 2016, vol. 22, issue 3, pp. 336–354. DOI: <https://doi.org/10.1177/1356336X15610784>

Submitted: 06 April 2018

Accepted: 11 May 2018

Published: 30 June 2018



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).