

Дата публикации: 01.09.2021

DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_03\_21

УДК 612.1/8

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ ДЛЯ НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ**

М.В. Малышева<sup>1</sup>, А.Н. Налобина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск, Россия

<sup>2</sup>Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

**Ключевые слова:** недоношенные дети, вариабельность ритма сердца, лечебная физкультура.

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности вегетативной регуляции ритма сердца детей, рожденных преждевременно. Обследовано 30 доношенных и 30 недоношенных детей первого года жизни с распределением согласно возрастной периодизации и учетом паспортного и скорректированного возрастов. При оценке вариабельности ритма сердца использованы метод спектрального и математического анализа кардиоритмограммы, а также методы математической статистики. Выявлено перенапряжение механизмов адаптации у 43% недоношенных новорожденных. Достоверные различия показателей VLF, LF, HF по скорректированному возрасту указывают на недостаточность активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. При проведении ортостатической пробы преобладал смешанный тип адаптации у 50% недоношенных. Детям со смешанным (преобладанием центральной регуляции сердечного ритма) и астеническим типами регуляции рекомендованы упражнения на расслабление, рефлекторная гимнастика в медленном темпе с редкой сменой исходных положений. При ваготоническом и смешанном (автономный тип регуляции) типах - упражнения на фитболах в среднем темпе с частой сменой исходных положений. Массаж, гидрокинезотерапия и сухая иммерсия проводились вне зависимости от типа адаптации. После педагогического эксперимента выявлено достоверное снижение доли волн VLF и увеличение показателей амплитуды моды, что свидетельствовало о нормализации процессов адаптации.

# PHYSIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE FORMATION OF COMPLEXES OF PHYSICAL THERAPY FOR PREMATURE INFANTS OF THE FIRST YEAR OF LIFE

M.V. Malysheva<sup>1</sup>, A.N. Nalobina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia

<sup>2</sup>Moscow City University, Moscow, Russia

**Key words:** premature infants, heart rate variability, physical therapy.

**Annotation.** The article deals with the features of vegetative regulation of the heart rhythm of infants children born prematurely. 30 full-term and 30 premature infants of the first year of life were examined with distribution according to age periodization and taking into account stated and corrected age. The method of spectral and mathematical analysis of cardiorythmograms, as well as methods of mathematical statistics, were used to assess heart rate variability. Overstrain of adaptation mechanisms was revealed in 43% of premature newborns. Significant differences in VLF, LF, and HF indices by corrected age indicate insufficient activation of the sympathetic part of the vegetative nervous system. During the orthostatic test, a mixed type of adaptation prevailed in 50% of premature infants. Children with mixed (predominance of central regulation of the heart rate) and asthenic types of regulation are recommended relaxation exercises, reflex gymnastics at a slow pace with a rare change of starting positions. With vagotonic and mixed (autonomous type of regulation) types – exercises on fitballs at an average pace with frequent change of starting positions. Massage, hydrokinetic therapy and dry immersion were performed regardless of the type of adaptation. After the pedagogical experiment, a significant decrease in the proportion of VLF waves and an increase in the mode amplitude were revealed, which indicated the normalization of adaptation processes.

**Введение.** У недоношенных существует большая вероятность появления отклонений в состоянии здоровья, приводящих к инвалидности, и стойких расстройств в функционировании различных органов и систем, поэтому они нуждаются в ранней медицинской помощи и дальнейшем воздействии средствами лечебной физической культуры (ЛФК) [1]. В то же время существующие комплексы лечебной гимнастики не учитывают следующие характеристики: особенности формирования двигательных навыков у недоношенных детей, учитывающие сроки гестации, дозирование физической нагрузки, соответствующее адаптационным возможностям организма, критерии подбора физических упражнений и возможные варианты комбинаций физических воздействий. Избыточная двигательная активность на занятиях лечебной гимнастикой приводит к чрезмерной стимуляции, а

выжидательная тактика – к позднему началу сенсомоторных воздействий, когда уже упущены чувствительные сроки восстановления функционирующих систем [2].

К основным средствам ЛФК, используемым в работе с недоношенными детьми первого года жизни на поликлиническом этапе реабилитации, мы можем отнести лечебную гимнастику, различные техники массажа, фитбол-гимнастику, сухую иммерсию. В процессе онтогенетического развития и коррекции моторной деятельности огромную роль играют механизмы, обеспечивающие приспособительные реакции организма ребенка к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. Влияя на формирование адаптационных изменений, сенсомоторная деятельность, способствует как их совершенствованию, так и их ослаблению [3]. Ведущую роль в обеспечении процессов адаптации принадлежит вегетативной нервной системе. Данная система у детей, рожденных преждевременно, отличается незрелостью и проявляется повышенной возбудимостью, непостоянством вегетативных реакций. В раннем периоде онтогенеза выделяют две важнейшие особенности адаптационного процесса: недостаточность ресурсов и генерализация адаптационного ответа. Устюгов Е.Д. пишет, что «...дети более склонны впасть в состояние дезадаптации даже в условиях действия «умеренных», с точки зрения взрослых, функциональных нагрузок» [4].

Индивидуальные возможности адаптационного потенциала, указывающие на высокий уровень эффективности сенсомоторной стимуляции определяются совершенством регуляторных механизмов управления моторной деятельностью. Так, если наполняемость сенсомоторных воздействий удовлетворяет адаптационные возможности организма ребенка, то происходит стимуляция роста и развития ребенка. И, наоборот, при чрезмерных сенсомоторных воздействиях в организме ребенка происходят негативные изменения.

Наиболее адекватным методом для прогнозирования адаптационных возможностей организма в норме и при патологии является вариабельность ритма сердца, отражающая вегетативную регуляцию всего организма. Таким образом, при оценке функциональных возможностей организма недоношенного ребенка первого года жизни для оптимального подбора сенсомоторных воздействий следует учитывать основные показатели вариабельности сердечного ритма

Цель исследования – изучить особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у недоношенных первого года жизни для определения критериев адекватной физической нагрузки на занятиях лечебной физкультурой.

**Методы и организация исследования.** Исследование проводилось на базе Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, городского клинического перинатального центра г. Омска, бюджетного городского учреждения здравоохранения г. Омска «Детская городская поликлиника № 4». Для оценки вариабельности ритма сердца (ВРС) было сформировано две группы - основная группа (недоношенные дети) и группа сравнения (здоровые дети, рожденные в срок).

Регистрация кардиоритмограммы проводилась через 40-60 минут после еды, в спокойной комфортной обстановке. Все электроды укреплялись на груди ребенка (отведения по Nchb). Записывались отведения 1, 2 и aVF. Вначале запись кардиоритмограммы проводилась в состоянии покоя, затем производили пассивную ортостатическую пробу.

Для анализа вариабельности сердечного ритма использовали следующие показатели:

1. Мода (Mo) – показатель активности гуморального канала регуляции;
2. Вариационный размах (BP) – показатель активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы;
3. Амплитуда Моды (AMo) – показатель мобилизующего влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы;
4. Индекс напряжения (ИН) регуляторных систем – показатель степени централизации управления сердечным ритмом;
5. TP – общая мощность спектра, показатель суммарной активности регуляторных механизмов по среднеквадратичному отклонению;
6. %VLF – показатель регуляции кровообращения гуморально-метаболической системой;
7. %LF – показатель регуляции кровообращения симпатической нервной системой;
8. %HF – показатель регуляции кровообращения парасимпатической нервной системой.

Учитывая возрастные особенности пациентов, нами был выбран метод спектрального и математического анализа кардиоритмограммы, которые позволяют оценить парасимпатическую и симпатическую активность за короткие промежутки времени (2-5 минут) [5]. Типы вегетативной регуляции оценивались по показателям TP и ИН, тип адаптации к физической нагрузке – по реакциям LF и HF в ответ на проведение функциональной пробы [6].

Результаты исследований подвергали статистической обработке с помощью программы STATISTICA 10.0, с использованием непараметрических критериев математического анализа (критерий

Вилкоксона, критерий Манна-Уитни). Различия считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$  [7].

Основная группа состояла из 30 недоношенных детей. Средний период гестации –  $\pm 2$  недели, средняя масса тела при рождении –  $1454 \pm 125$  грамм, средний паспортный возраст на момент исследования составил  $6 \pm 2$  месяца, средний скорректированный возраст –  $5 \pm 2$  месяца.

В группу сравнения были включены 30 доношенных детей первого года жизни, средний период гестации –  $39 \pm 1$  неделя, средняя масса тела при рождении –  $3212 \pm 165$  грамм и средний возраст на момент исследования –  $6 \pm 2$  месяца.

Недоношенные дети первого года жизни в рамках исследования были поделены на 5 возрастных групп: 1-2 месяца, 3-4 месяца, 5-6 месяцев, 7-9 месяцев и 10-12 месяцев с учетом паспортного и скорректированного возрастов (Таблица 1). [8].

Таблица 1

Распределение детей первого года жизни по возрастным критериям

Общее количество детей	Возраст паспортный				
	1-2 мес.	3-4 мес.	5-6 мес.	7-9 мес.	10-12 мес.
Группа 1 (недоношенные дети)					
30	n=3	n=7	n=12	n=5	n=3
Группа 2 (доношенные дети)					
30	n=4	n=8	n=10	n=4	n=4
Общее количество детей	Возраст скорректированный				
	1-2 мес.	3-4 мес.	5-6 мес.	7-9 мес.	10-12 мес.
30	n=6	n=8	n=10	n=6	n=0

**Результаты исследования и их обсуждение.** При сравнении показателей спектрального анализа ВРС в состоянии относительного покоя были выявлены достоверные различия по показателям VLF ( $p=0,006$ ), LF ( $p=0,007$ ), HF ( $p=0,006$ ) волн в структуре общей мощности спектра во втором возрастном периоде у недоношенных детей по скорректированному возрасту. Увеличение доли VLF, отвечающих за цереброэрготропные механизмы регуляции сердечного ритма, и доли HF волн, отвечающих за парасимпатическую регуляцию, при сниженных показателях LF волн указывают на перенапряжение механизмов адаптации и недостаточную активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы. Повышение вагальной активности не характерно для здоровых детей первого года жизни и является проявлением нарушения течения адаптационных процессов у недоношенных детей в раннем периоде постнатального онтогенеза. Вероятно, это связано с освоением нового двигательного навыка

как поворот на живот. При этом по показателям общей мощности спектра, моды, амплитуды моды, вариационному размаху и индексу напряжения достоверных различий не выявлено как по паспортному, так и по скорректированному возрасту.

При оценке типа вегетативной регуляции сердечного ритма (А.Н. Налобина, Е.С. Стоцкая, 2013) было выявлено следующее соотношение [6]. У большинства недоношенных детей (n=13; 43%) определялось выраженное преобладание центральной регуляции, что указывало на перенапряжение регуляторных механизмов, при котором организму ребенка приходится затрачивать больше усилий для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы. Автономный тип регуляции наблюдался у 12 детей (40%) и свидетельствовал о недостаточности центральных регуляторных механизмов, формирующих адаптивные (приспособительные) реакции сердца. У 5 обследуемых (17%) было выявлено умеренное преобладание центральной регуляции, что свидетельствовало об оптимальном напряжении регуляторных систем. При этом у детей, рожденных в срок, умеренное преобладание центральной регуляции наблюдалось у большей половины исследуемых (n=16; 53,4%), а выраженное преобладание центральной регуляции и автономный тип распределились равномерно (по n=7; 23,3%).

Для оценки процессов адаптации и реактивности симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы при вертикализации часто применяют ортостатическую пробу. Как правило, с этой целью в детском возрасте применяют пассивную ортостатическую пробу (переход в вертикальное положение).

При реакции на ортостатическую пробу у недоношенных детей был выявлен смешанный тип адаптации (напряжение механизмов адаптации) к физической нагрузке (n=15; 50%); симпатический тип (n=8; 27%), указывающий на удовлетворительную адаптацию; астенический (n=4; 13%), свидетельствующий о перенапряжении механизмов адаптации; ваготонический (n=3; 10%), указывающий на повышение активности N. Vagus и свидетельствовало об истощении регуляторных систем, связанным с недостаточностью адапционно-трофической функции симпатического отдела вегетативной нервной системы (срыв адаптации). У доношенных детей при аналогичном тестировании преобладал симпатический (n=15; 50%) и смешанный типы (n=11; 37%). Астенический (n=1; 3%) и ваготонический (n=3; 10%) типы встречались реже.

У недоношенных детей повышен риск перенапряжения адаптационных систем. В связи с незрелостью систем вегетативного обеспечения и

механизмов их регуляции функциональная надежность снижена. Так же Н.И. Шлык (2009) указывает, что к факторам, провоцирующим вегетативные дисфункции, сопровождающиеся выраженными сдвигами парасимпатического звена, относят как гиподинамию, так и чрезмерные физические нагрузки [9]. Поэтому при подборе оптимальных комбинаций средств ЛФК необходимо учитывать тип адаптации к физической нагрузке (Таблица 2).

Таблица 2

Оптимальные комбинации лечебной физкультуры для недоношенных детей первого года жизни

Критерии дозировки	Симпатический	Смешанный		Ваготонический	Астенический
		Центральный	Автономный		
Длительность занятия, мин	20-25	15-20	25-30	25-30	15-20
Темп выполнения упражнений	средний	медленный	средний		медленный
Смена исходных положений	частая	редкая	частая		редкая
Использование фитбола	+	не рекомендуется	+		не рекомендуется
Гидрокинезотерапия	Обязательное подавление тонических врожденных рефлексов в случае его наличия более 1 месяца				
Сухая иммерсия	1 раз в день ежедневно на протяжении 2-3 недель				
Длительность сеанса массажа	Сеанс 15 минут, курс 2-3 недели, длительность финского разминания – 2 минуты на рабочий сегмент				
Соотношение массажа и ЛФК	Комплексное проведение				

У детей со смешанным типом адаптации к сенсомоторным воздействиям, с преобладанием центральной регуляции сердечного ритма в состоянии относительного покоя, необходим баланс между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе. Нормализация процессов достигалась за счет большего количества релаксационных упражнений (расслабление по Фелпсу, пассивное выполнение элементов стретчинга), рефлексорной гимнастики, пассивных упражнений на дыхание с акцентом на выдох.

У детей с автономным типом вегетативной регуляции сердечного ритма и ваготоническим типом адаптации в целях повышения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы сенсомоторная стимуляция включала упражнения с яркими озвученными игрушками, упражнения на фитболе (покачивание на спине, на животе, движения в верхних и нижних конечностях, повороты туловища на бок), упражнения на дыхание с акцентом на вдох.

У детей с астеническим типом адаптации сенсомоторные воздействия были минимальны и включали в себя пассивные рефлекторные и релаксационные упражнения, упражнения для зрительной и слуховой перцептивных систем, упражнения на дыхание с акцентом на вдох.

Таблица 3

Сравнительная оценка адаптационных возможностей недоношенных детей первого года жизни (Me (Q25; Q75))

Показатель	До исследования	После исследования	Z	p
TP, мс <sup>2</sup>	3877 (3280;4200)	1446 (1112,0;1985)	= 2,81	= 0,003
VLF, %	56 (47;70)	45 (32; 62)	= 3,41	= 0,006
LF, %	47 (33;55)	57 (37;69)	= 2,54	= 0,009
HF, %	16,6 (13;20)	22,3 (12;29)	= 0,11	= 0,91
Mo, с	0,44 (0,34;0,52)	0,39 (0,28;0,48)	= 0,68	= 0,49
AMo, %	60,5 (46,9; 86,7)	65,2 (45,6;93,1)	= 1,1	= 0,25
BP, с	0,49 (0,19; 1,05)	0,51 (0,14; 0,89)	= 0,53	= 0,58
ИН, у.е.	196 (121; 264)	272 (102; 409)	= 1,47	= 1,39
ЧСС, уд. в мин	138 (119; 150)	133 (128; 140)	= 1,02	= 0,37

Примечания: TP – общая мощность спектра, VLF – очень низкочастотные колебания спектра, LF – низкочастотные колебания спектра, HF – высокочастотные колебания спектра, Mo – мода, AMo – амплитуда моды, BP – вариационный размах, ИН – индекс напряжения регуляторных систем, ЧСС - частота сердечных сокращений

После педагогического эксперимента было проведена повторная оценка ВРС недоношенных детей первого года жизни. Выявлено, что в состоянии относительного покоя у недоношенных детей было выявлено достоверное снижение доли волн VLF и увеличение показателей амплитуды моды, что свидетельствовало о нормализации процессов адаптации. Увеличение волн LF указывало на включение в процесс адаптации симпатической нервной системы вне зависимости от изначального типа адаптации (Таблица 3). Оценка типов вегетативной регуляции после педагогического эксперимента по показателям TP и ИН показала следующее: умеренный тип регуляции преобладал у 50% (n=15) недоношенных детей, а выраженный и автономный по 27% (n=8) и 23% (n=7) соответственно. Увеличение общей мощности спектра происходило преимущественно за счет активизации симпатической нервной системы.



**Заключение.** Таким образом, предложенные комбинации лечебной физической культуры оказали положительное влияние на течение адаптационных процессов у недоношенных детей первого года жизни.

### **Список литературы**

1. Кураев Г.А. Взаимосвязь развития тонкой моторики и высших психических функций ребенка / Г.А. Кураев, Л.Н. Иваницкая // Валеология. – 2015. – № 3. – С. 46–49.
2. Исанова В.А. Нейрореабилитация / В.А. Исанова, Л.А. Цукурова // Казань. – 2011. – 146 с.
3. Башкирева Т.В. Функциональное и психоэмоциональное состояние детей и учащейся молодежи: Монография / Т.В. Башкирева // Ряз. гос. пед. ун-т им. С.А. Есенина. – 2005. – 160 с.
4. Устюгов Е.Д. Индивидуальное психофизическое развитие человека / Е.Д. Устюгов, О.В. Ендропов // Новосибирск. – 1999. – 190 с.
5. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма: опыт практического применения / В.М. Михайлов // Иваново. – 2000. – 200 с.
6. Налобина А.Н. Технология формирования комплексов лечебной гимнастики у детей первого года жизни: методическое пособие / А.Н. Налобина, Е. С. Стоцкая, Е.А. Потрохова // Омск. – 2013. – 108 с.
7. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica / Н.В. Трухачева // ГЭОТАР-Медиа. – 2017. – 384 с.
8. Кравчук А.И. Физическое воспитание детей раннего и дошкольного возраста: (научно-методические и организационные основы гармоничного дошкольного комплексного воспитания) / А.И. Кравчук // Новосибирск. – 1998. – 102 с.
9. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык // Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». – 2009. – 259 с.

### **References**

1. Kuraev G.A. Relationship between the development of fine motor skills and higher mental functions of an infant / Kuraev, L.N. Ivanitskaya // Valeology. – 2015. – № 3. – P. 46-49.
2. Isanova V.A. Neurorehabilitation / V.A. Isanova, L.A. Tsukurova // Kazan. – 2011. – 146 p.
3. Bashkireva T.V. Functional and psycho-emotional state of infants and students: a monograph / T.V. Bashkireva // Ryazan' State Pedagogical University named after S.A. Esenin – 2005. – 160 p.

4. Ustyugov E.D. Individual psychophysical human development / E.D. Ustyugov, O.V. Endropov // Novosibirsk. – 1999. – 190 p.
5. Mikhailov V.M. Heart rate variability: experience of practical application / V.M. Mikhailov // Ivanovo. – 2000. – 200 p.
6. Nalobina A.N. Technology of the formation of complexes of medical gymnastics in infants of the first year of life: a methodological manual / A.N. Nalobina, E.S. Stotskaya, E.A. Potrokhova // Omsk. – 2013. – 108 p.
7. Trukhacheva N.V. Mathematical statistics in biomedical research using the Statistica package / N.V. Trukhachev // GEOTAR-Media. – 2017. – 384 p.
8. Kravchuk A.I. Physical education of infants of early and preschool age: (scientific, methodological and organizational foundations of harmonious preschool comprehensive education) / A.I. Kravchuk // Novosibirsk. – 1998. – 102 p.
9. Shlyk N.I. Heart rhythm and type of regulation in infants, adolescents and athletes / N.I. Shlyk // Izhevsk: Publishing House "Udmurt University" – 2009. – 259 p.

#### **Spisok literatury**

1. Kuraev G.A. Vzaimosvyaz' razvitiya tonkoj motoriki i vysshikh psihicheskikh funktsij rebenka / G.A. Kuraev, L.N. Ivanickaya // Valeologiya. – 2015. – № 3. – S. 46-49.
2. Isanova V.A. Nejroreabilitatsiya / V.A. Isanova, L.A. Cukurova // Kazan'. – 2011. – 146 s.
3. Bashkireva T.V. Funkcional'noe i psihoemotsional'noe sostoyanie detej i uchashchejsya molodezhi: Monografiya / T.V. Bashkireva // Ryaz. gos. ped. un-t im. S.A. Esenina. – 2005. – 160 s.
4. Ustyugov E.D. Individual'noe psikhofizicheskoe razvitie cheloveka / E.D. Ustyugov, O.V. Endropov // Novosibirsk. – 1999. – 190 s.
5. Mihajlov V.M. Variabel'nost' serdechnogo ritma: opyt prakticheskogo primeneniya / V.M. Mihajlov // Ivanovo. – 2000. – 200 s.
6. Nalobina A.N. Tekhnologiya formirovaniya kompleksov lechebnoj gimnastiki u detej pervogo goda zhizni: metodicheskoe posobie / A.N. Nalobina, E. S. Stockaya, E.A. Potrohova // Omsk. – 2013. – 108 s.
7. Truhacheva N.V. Matematicheskaya statistika v mediko-biologicheskikh issledovaniyah s primeneniem paketa Statistica / N.V. Truhacheva // GEOTAR-Media. – 2017. – 384 s.
8. Kravchuk A.I. Fizicheskoe vospitanie detej rannego i doshkol'nogo vozrasta: (nauchno-metodicheskie i organizatsionnye osnovy garmonichnogo doshkol'nogo kompleksnogo vospitaniya) / A.I. Kravchuk // Novosibirsk. – 1998. – 102 s.

9. Shlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip reguljatsii u detej, podrostkov i sportsmenov / N.I. Shlyk // Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskij universitet». – 2009. – 259 s.

**Сведения об авторах:** **Марина Владимировна Мальшева** – старший преподаватель кафедры теории и методики адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО СибГУФК, Омск, e-mail: vmv1507@yandex.ru; **Анна Николаевна Налобина** - доктор биологических наук, профессор ГАОУ ВО МГПУ, Москва, e-mail: a.nalobina@mail.ru.

**Information about the authors:** **Marina Vladimirovna Malysheva** – Senior Lecturer of the Department of Theory and Methods of Adaptive Physical Culture of the Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: vmv1507@yandex.ru; **Anna Nikolaevna Nalobina** – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow City University, Moscow, e-mail: a.nalobina@mail.ru.