 ISSN 2221-2582

УДК 616.839-053.3

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Елена Александровна Близнецова[1], Людмила Кузьминична Антонова[1, 2]

[1] Областной клинический перинатальный центр им. Е.М. Бакуниной. 170036, г. Тверь, Санкт-Петербургское шоссе, д. 115, корп. 3
[2] Тверской государственный медицинский университет. 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4

Контактная информация:
Людмила Кузьминична Антонова — д.м.н., профессор кафедры поликлинической педиатрии и неонатологии.
E-mail: antonova.lk@yandex.ru

Поступила: 25.03.2022 **Одобрена: 30.09.2022** **Принята к печати: 28.10.2022**

Резюме. В обзоре литературы представлены данные о вегетативной регуляции (ВР) у новорожденных и детей раннего возраста и негативном влиянии на его функциональные характеристики в системе вегетативного гомеостаза. Показано, что особенностями ВР у детей первого года жизни являются высокий уровень доминирования симпатических влияний в управлении системной деятельностью организма, функциональная неритмичность активности в антенатальном периоде, волнообразность течения адаптационного процесса в раннем постнатальном периоде. Приводятся результаты исследований относительно особенностей ВР у детей, рожденных после экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), с перинатальным поражением центральной нервной системы (ЦНС), от матерей с никотиновой зависимостью, при сочетании гипоксических и токсико-септических состояний, а также у доношенных и недоношенных детей с задержкой внутриутробного развития (ЗВУР). В обзоре литературы особое внимание уделено систематизации многочисленных разрозненных данных, касающихся ВР в раннем детском возрасте.

Ключевые слова: *вегетативная регуляция; новорожденные; дети раннего возраста.*

AUTONOMIC REGULATION IN NEWBORNS AND YOUNG CHILDREN (BRIEF LITERATURE REVIEW)

© Elena A. Bliznetsova[1], Liudmila K. Antonova[1, 2]

[1] Tver Regional Perinatal Center of E.M. Bakunina. 170036, Tver, Saint-Peterburg shosse, 115, korp. 3
[2] Tver State Medical University. 170100, Tver, Sovetskay str., 4

Contact information:
Liudmila K. Antonova — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Polyclinic Pediatrics and Neonatology.
E-mail: antonova.lk@yandex.ru

Received: 25.03.2022 **Revised: 30.09.2022** **Accepted: 28.10.2022**

Abstract. The literature review presents data on autonomic regulation in newborns and young children and the negative impact on its functional characteristics in the system of autonomic homeostasis. It is shown that the features of autonomic regulation in children of the first year of life are a high level of dominance of sympathetic influences in the management of the systemic activity of the body, functional irregularity of activity in the antenatal period, undulating course of the adaptation process in the early postnatal period. The results of studies on the characteristics of autonomic regulation in children born after in vitro fertilization, with perinatal lesions of the central nervous system, from mothers with nicotine dependence, with a combination of hypoxic and toxic-septic conditions in the intensive care unit, as well as in full-term and premature babies with intrauterine development delay are presented. In the literature review, special attention is paid to the systematization of numerous disparate data relating to autonomic regulation in early childhood.

Key words: *autonomic regulation; newborns; young children.*

Как известно, уровень здоровья новорожденного складывается из показателей физического развития, уровня метаболической стабильности и адаптационных возможностей, опосредуемых через деятельность нейровегетативной системы.

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека. Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов — это результат реакции многоконтурной и многоуровневой системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры, для достижения оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма [1].

Так, по данным большинства исследователей, в раннем детстве в регуляции сердечного ритма преобладает симпатическая нервная система на фоне невысокой активности парасимпатической [2–5]. С возрастом у детей отмечается снижение среднего уровня частоты сердечных сокращений (ЧСС), усиление функции разброса и снижения концентрации ритма сердца, что необходимо для обеспечения гомеостаза организма ребенка [6].

Характеризуя ВСР у детей первого года жизни, авторы подчеркивают высокий уровень функционирования регуляторных систем и преобладание симпатических влияний на сердечный ритм [3, 7, 8]. По мнению физиологов, у детей первых лет жизни главную роль в регуляции функций внутренних органов играет симпатический отдел вегетативной нервной системы (ВНС), обеспечивающий процесс интенсивного роста и развития [9].

Как показывают исследования, у новорожденных и детей 1-2 месяцев практически отсутствуют тонические влияния блуждающего нерва на сердце по причине его морфофункциональной незрелости и парасимпатическая активность начинает участвовать в регуляции вегетативных функций лишь с 3-го месяца жизни; при этом высокая активность центральных механизмов регуляции сердечного ритма выражается низкими значениями показателей общей мощности спектра (ТР, мс^2) и высокими — индексом напряжения (ИН, усл. ед.) и амплитудой моды (АМо,%) [10–12].

Многочисленные исследователи приводят различные особенности ВСР у детей раннего возраста. При рождении у ребенка средняя ЧСС составляет 108 в минуту, среднечасовая ВСР заметно ниже, чем у взрослых, что свидетельствует о незрелости автономной нервной системы. ВСР зависит от гестационного и постнатального возраста. На ВСР влияет поведение и движение тела, а во время быстрого сна — ритм дыхания и вариации концентрации кислорода в крови. Дыхательная аритмия, ассоциируемая с показателем доли высокочастотного компонента ВСР (HF, %) составляет около 30%, а ее влияние зависит от частоты дыхания и абсолютной мощности дыхательной компоненты [13, 14].

Установлены сроки интенсивного становления как симпатических, так и парасимпатических модуляций, — это временной промежуток между 27-й и 35-й неделями внутриутробного развития. У новорожденных 35–38 недель гестации наблюдается замедление созревания вегетативной нервной системы, по темпу созревание приближается к уровню 25–30-недельных младенцев [2, 15, 16].

Неравномерное функционирование вегетативной нервной системы — это прерогатива не только антенатального периода развития, но и раннего постнатального периода: обнаружена волнообразность течения адаптационного процесса, характеризующаяся усилением жизнедеятельности на 2-е и 6-е сутки, и относительным спадом функциональной активности на 1-е, 3-и и 5-е сутки, что проявлялось снижением мощности всех компонентов сердечного ритма, включая и общую мощность спектра (ТР, мс^2), при сохраняющемся преобладании симпатических влияний [17]. Изучая уровень адаптации детей раннего возраста, авторы выявили 72% детей с нарушениями адаптации, которые могут быть расценены как пограничные, которые характеризуются увеличением показателей амплитуды моды, индекса напряжения, снижением вариабельности, что может вызывать вегетовисцеральные нарушения [18, 19].

Особой группой в исследованиях считаются дети, рожденные после ЭКО, у которых по сравнению с их сверстниками, зачатыми естественным путем, реже выявлялась умеренная симпатикотония и чаще в 2,5 раза — относительная ваготония и асимпатикотоническая вегетативная реактивность (АСТ ВР), что указывает на отклонения от нормального онтогенетического созревания ВНС, характерного для детей в возрасте 1 года [20].

Интерес исследователей вызывает ВСР у детей с перинатальным поражением ЦНС. Так, при патологии перинатального периода показатель высокочастотных колебаний (HF) оказывался достоверно ниже, чем у здоровых новорожденных и, следовательно, изменялся индекс вагосимпатического баланса [11, 21, 22]. В то же время другие авторы показали, что особенностью вегетативной регуляции детей с перинатальным поражением ЦНС в возрасте 1 года отмечается более высокая активность парасимпатической нервной системы в покое и более выраженная реакция в ответ на ортостатическую пробу [23]. Синдром угнетения при перинатальном поражении ЦНС приводит к снижению ВСР, в то время как синдром повышенной нервно-рефлекторной возбудимости и мышечной дистонии оказывают менее существенное воздействие [24].

При исследовании ВСР у детей первого года жизни, перенесших гипоксию I–II степени, было обнаружено, что более высокая активность центральных механизмов регуляции (ИН, усл. ед.) и самый низкий показатель активности парасимпатического отдела ВНС (ΔX, с) встречались при симптоматических судорогах; при доброкачественной внутричерепной гипертензии отмечен самый высокий показатель амплитуды моды (АМо, %), а высокая парасимпатическая активность зарегистрирована у детей с гипервозбудимостью. Автор также исследовал состояние двигательной функции у детей с различным уровнем активности ВНС, что можно использовать при проведении реабилитационных мероприятий [12].

Различными авторами при острой гипоксии у детей после рождения обнаружено повышение активности симпатоадреналовой системы, но если острая гипоксия накладывается на существующую хроническую, то происходит значительное снижение активности симпатоадреналовой системы, свидетельствующее об истощении адаптационного потенциала [13, 25, 26].

Особенностью вегетативного статуса детей первого года жизни, рожденных от матерей с никотиновой зависимостью, была недостаточная активность симпатоадреналовой системы и усиление активности гуморального канала регуляции, что проявлялось при проведении ортостатической пробы [27].

При сочетании гипоксических и токсико-септических состояний в фазе разгара клинических проявлений происходит значительное увеличение показателей индекса напряжения (ИН, усл. ед.) и амплитуды моды (АМо, %) при одновременном снижении величины моды (Мо, с). В ходе лечения отмечалось снижение ИН при одновременном повышении значимости парасимпатических и гуморальных влияний [28]. Однако в процессе лечения перинатальных поражений ЦНС обнаружена тенденция к увеличению централизации регуляторных механизмов, что проявлялось увеличением показателей ИН и АМо, и статистически достоверное уменьшение парасимпатических влияний [11].

Изучение реакции на боль у новорожденных с неврологической патологией показало достоверные изменения соотношения высоких и низких волн спектра — LF/HF (выраженных в относительных значениях), при этом у младенцев с высоким и средним риском по развитию неврологических осложнений был выявлен сниженный ответ на боль [29].

Высока роль исследования сердечного ритма у новорожденных в отделениях интенсивной терапии и реанимации. Было установлено, что характеристики сердечного ритма высокоинформативны в оценке влияния искусственной вентиляции легких на организм новорожденного ребенка. Возникающее после изменения параметров искусственной вентиляции легких снижение показателей суммарной вариабельности ритма сердца свидетельствует о неблагоприятном влиянии искусственной вентиляции легких на мозговое кровообращение ребенка [30]. Под влиянием гипоксии у новорожденных детей значительно увеличивается ЧСС и снижается показатель парасимпатической активности (RMSSD, с), происходит значительное увеличение соотношения LF/HF со снижением показателя HF. После выхода новорожденных из состояния тяжелой дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности ВСР заметно возрастает, причем ее временные параметры увеличиваются в 2-3 раза, параметры частотной области — в 8 раз. ЧСС заметно не изменяется. ВСР стабилизируется обычно за 4-5 дней [31].

А.Н. Малинин (2010), изучая ВСР у доношенных детей, перенесших критическое состояние в периоде новорожденности, установил, что особенностью ВСР в критическом состоянии является высокая активность симпатического отдела ВНС с нарастанием АСТ вегетативной реактивности. При дальнейшем наблюдении к возрасту 1 месяц наблюдается падение активности симпатического отдела ВНС, более ранняя активация вагуса, но с последующим более длительным снижением парасимпатической активности [32].

В публикациях иностранных авторов указывается, что до появления клинических признаков сепсиса у новорожденных происходит изменение ритма сердечных сокращений, заключающееся в снижении его вариабельности и исчезновении периодов замедления [33].

В то же время процессы становления ритма сердца у детей в неонатальном периоде, наиболее напряженном в плане адаптации к внеутробной жизни, остаются недостаточно изученными, особенно у недоношенных детей и детей, родившихся с задержкой внутриутробного развития (ЗВУР) [3, 4].

У детей с внутриутробной гипотрофией по сравнению с детьми с нормальными массо-ростовыми показателями зарегистрированы более высокие значения показателей парасимпатической активности вегетативной нервной системы [24, 34].

Авторы, изучавшие ВСР у доношенных детей с ЗВУР, доказали наличие значимых особенностей вегетативной регуляции (снижение симпатической активности) и морфофункциональных характеристик сердца у детей с асимметричным и симметричным типами ЗВУР в возрасте 1 месяца. К 6-месячному возрасту симпатическая активность возрастала, но увеличивалась частота АСТ вегетативной реактивности при проведении ортостатической пробы [35, 36].

У недоношенных детей в первые три дня жизни наблюдается поступательное возрастание мощности LF-компонента в спектре ВСР, что может быть связано с преобладанием симпатического тонуса еще до рождения ребенка [6, 14]. Известны работы исследователей ВСР у недоношенных детей, имеющих неблагоприятный перинатальный анамнез, с использованием метода холтеровского мониторирования, которые свидетельствуют о снижении циркадного ритма и ригидности циркадного профиля, а также о снижении временных параметров ВСР, что свидетельствует об ослаблении парасимпатических влияний на сердце относительно симпатической активности в грудном возрасте [37, 38].

Что касается недоношенных детей, родившихся с ЗВУР и гестационным возрастом 32–36 недель, то к особенностям вегетативной регуляции в первые три месяца жизни следует отнести снижение в этот возрастной период исходной симпатикотонической и гиперсимпатикотонической реактивности, повышение функциональной значимости парасимпатикотонической активации, указывающей на спад эрготропных (центральных) влияний в управлении регуляторными процессами, что следует трактовать как снижение адаптационной защищенности ребенка. Об этом свидетельствует и существенный прирост АСТ вегетативной реактивности от 38,1% в возрасте 5 дней жизни до 72,7% к 3-месячному возрасту, то есть происходит значительное снижение функционального резерва адаптации по сравнению с недоношенными без ЗВУР и здоровыми доношенными детьми, у которых существенно преобладала гиперсимпатикотоническая вегетативная реактивность (60,0 и 66,7% соответственно) [39, 40].

Таким образом, исследования вегетативной регуляции при оценке функционального состояния новорожденных и детей раннего возраста позволяют контролировать состояние адаптационных возможностей, особенно при наличии факторов риска их нарушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово; 2008.
2. Измайлова Т.Д., Петричук С.В., Агейкин В.А., Кузнецова Е.Ю. Изменения адаптации и их коррекция у детей грудного возраста с постгипоксическими изменениями ЦНС. Педиатрия. 2002; 1: 27–30.
3. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. 2-е изд. М.: ИД Медпрактика-М; 2006: 252–68.
4. Зевальд С.В., Макаров Л.М., Комолятова В.Н. и др. Особенности вегетативной регуляции суточного ритма сердца и нормативные параметры интервала Q–T у доношенных новорожденных детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2009; 6: 13–7.
5. Кондратьева М.В. Вариабельность сердечного ритма у новорожденных детей в зависимости от условий внутриутробного развития. Тезисы конгресса «Детская кардиология». М.; 2008: 330–32.
6. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Circulation. 1996; 93(5): 1043–65.
7. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей. Рук-во для врачей: в 2-х т. М.: Медицина; 1987.
8. Прахов А.В. Неонатальная кардиология: руководство для врачей. 2-е изд. Н. Новгород: изд-во Нижегородской гос. мед. академии; 2017.
9. Стручкова И.В. Возрастные особенности вегетативной регуляции у здоровых детей. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Тверь; 2013.
10. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Ивановская гос. мед. академия; 2002.
11. Харламова Н.В., Чаша Т.В., Климова О.И., Куликова Н.Ю. Показатели функционального состояния вегетативной нервной системы и вегетативной регуляции у новорожденных детей в зависимости от лечения перинатального поражения ЦНС. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2007; 3 (55): 121–22.
12. Налобина А.Н. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей первого года жизни, перенесших церебральную ишемию-гипоксию I–II степени. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2012; 5: 13–7.
13. Pandolfi M., Falsini G., Lazzerini S. ECG monitoring in full-term infants. Analysis of the rhythm and variability of heart rate. Pediatr. Med. Chir.1993; 15 (6): 569–71.
14. Thompson C.R., Brown J.S., Gee H. Heart rate variability in healthy term newborns: the contribution of respiratory sinus arrhythmia. Early Hum. Dev. 1993; 31 (3): 217–28.
15. Galland B.C. Heart rate variability and cardiac reflexes in small for gestation age infants J Appl. Physiol. 2006; 100 (3): 933–39.
16. Huikuri H.V., Niemela M.J., Ojala S. Circadian rhythms of frequency damain measures of heart rate variability in healthy subjects and patients with coronary artery disease effects of aroual and upright posture. Circulation.1994; 90 (1): 121–26.
17. Цой Е.Г., Игишева Л.Н., Галлеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма в оценке адаптационных процессов у новорожденных. Педиатрия. 2003; 1: 23–7.
18. Подлевских Т.С., Попова И.В., Токарев А.Н., Белякова В.А. Использование показателей вегетатив-

ной регуляции сердечного ритма в качестве критерия пограничных состояний у детей. Вятский медицинский вестник. 2013; 1: 15–20.
19. Панова Н.В., Степанов О.Г., Федоров И.А. Современные этиопатогенетические и клинико-диагностические аспекты вегетативно-висцеральных нарушений у новорожденных детей с перинатальным поражением центральной нервной системы. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2015; 15 (3): 40–7.
20. Гаджимурадова Н.Д., Пыхтина Л.А., Филькина О.М., Назаров С.Б. Особенности вегетативной регуляции у детей в год жизни, родившихся после экстракорпорального оплодотворения. Вестник новых медицинских технологий. 2016; 1: 53–9.
21. Шаршенова А.А., Мажикова Э.Д. Возрастные особенности адаптационных механизмов вегетативной нервной системы у детей среднегорья. Педиатрия. 2005; 3: 110–3.
22. Винокурова Л.Н., Мерзлова Н.Б. Электрокардиография у доношенных новорожденных с гипоксически-ишемическими поражениями ЦНС в раннем неонатальном периоде. Материалы 7 российского конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». М.; 2008: 175–6.
23. Кочерова О.Ю., Филькина О.М., Курбанова Е.Н. и др. Особенности состояния здоровья, мозговой гемодинамики, биоэлектрической активности мозга и вегетативной регуляции у детей с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы в возрасте одного года. Вестник новых медицинских технологий. 2012; 1: 62–3.
24. Куприянова О.О., Домарева Т.А. Вариабельность сердечного ритма у новорожденных детей с перинатальным поражением центральной нервной системы. Вестник аритмологии. 2001; 24: 35–8.
25. Евсеенко Д.А., Ещенко Ю.В. Изменения в фетоплацентарном комплексе при острой и хронической внутриутробной гипоксии. Педиатрия. 2002; 1: 5–9.
26. Мухина Ю.Г., Чубарова А.И., Неудахин Е.В. и др. Стадийность активности ферментов тонкой кишки и вегетативного статуса при гипотрофии у детей с перинатальным поражением ЦНС. Педиатрия. 2002; 3: 30–4.
27. Кривцова Л.А., Хорошкина Л.А., Налобина Н.А., Стоцкая Е.С. Особенности вегетативного статуса и нервно-психического развития детей первого года жизни, рожденных от матерей с никотиновой зависимостью. Педиатрия. 2012; 1: 35–40.
28. Алимов А.В. Характеристика адаптивных реакций у новорожденных с токсико-септическими состояниями, перенесших перинатальную гипоксию. Педиатрия. 2003; 4:115.
29. Stevens B., McGrath P., Gibbinset S. et al. Determining behavioural and physiological responses to pain in infants at risk for neurological impairment. Pain. 2007; 127 (1–2): 94–102.
30. Паршин Е.В. Характеристики структуры ритма сердца в комплексе маркеров тяжести состояния новорожденных детей, требующих лечения в реанимационном отделении. Международная научно-практическая конференция «Современная перинатология и перинатологические аспекты патологии детского возраста»: тезисы докладов. СПб. 1996; II: 22–3.
31. Airede A., Bello M., Weerasinghe H.D. Acute renal failure in the newborn: incidence and outcome. J. Paediatr. Child. Health.1997; 33 (3): 246–49.
32. Малинин А.Н. Клинико-функциональная характеристика детей первого года жизни, перенесших критическое состояние в периоде новорожденности. Автореф. дис. … канд. мед. наук. М.; 2010.
33. Griffin M.P., Scollan D.F., Moorman J.R. The dynamic range of neonatal heart rate variability. J. Cardiovasc Electrophysiol. 1994; 5 (2): 112–24.
34. Shimomura C., Matsuzaka T., Koide E. Spectral analysis of heart rate variability in the dysfunction of the brainstem. No To Hattatsu. 1991; 23 (1): 26–31.
35. Иванов Д.О., Козлова Л.В., Деревцов В.В. Вегетативная дисфункция и адаптационно-резервные возможности у детей, рожденных с внутриутробной задержкой роста, в первом полугодии жизни. Педиатр. 2016; 4: 77–89.
36. Иванов Д.О., Козлова Л.В., Деревцов В.В. Вегетативный статус и адаптация у младенцев, имевших разные типы внутриутробной задержки роста. Педиатр. 2017; 3: 8–15.
37. Долгова З.Р. Особенности перинатального анамнеза и вариабельности сердечного ритма у недоношенных детей первого года жизни, рожденных с экстремально низкой массой тела и очень низкой массой тела. Вестник современной клинической медицины. 2017; 7(6): 20–6.
38. Тумаева Т.С. Нейровегетативная регуляция сердечного ритма у недоношенных детей, рожденных кесаревым сечением. Клинико-инструментальные особенности, возможности медикаментозной коррекции. Педиатрия. 2017; 3: 8–15.
39. Близнецова Е.А., Антонова Л.К., Кушнир С.М. Функциональное состояние вегетативной нервной системы у недоношенных детей с задержкой внутриутробного развития в неонатальном периоде. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014; 16, 5(4): 1437–41.
40. Близнецова Е.А., Антонова Л.К., Малинин А.Н. Состояние вегетативной регуляции в первые три месяца жизни у недоношенных детей, родившихся с задержкой внутриутробного развития.

Педиатр. Санкт-Петербург. 2018; 9(4): 36–43. DOI: 10.17816/PED9436-43.

REFERENCES

1. Bayevskiy R.M., Berseneva A.P. Vvedeniye v donozologicheskuyu diagnostiku [Introduction to prenosological diagnostics]. Moskva: Slovo Publ.; 2008. (in Russian).
2. Izmaylova T.D., Petrichuk S.V., Ageykin V.A., Kuznetsova Ye.Yu. Izmeneniya adaptatsii i ikh korrektsiya u detey grudnogo vozrasta s postgipoksicheskimi izmeneniyami TSNS [Changes in adaptation and their correction in infants with posthypoxic changes in the central nervous system]. Pediatriya. 2002; 1: 27–30. (in Russian).
3. Makarov L.M. EKG v pediatrii [ECG in pediatrics]. 2-ye izd. Moskva: ID Medpraktika-M Publ.; 2006: 252–68. (in Russian).
4. Zeval'd S.V., Makarov L.M., Komolyatova V.N. i dr. Osobennosti vegetativnoy regulyatsii sutochnogo ritma serdtsa i normativnyye parametry intervala Q–T u donoshennykh novorozhdennykh detey [Peculiarities of autonomic regulation of circadian heart rhythm and normative parameters of Q–T interval in full-term newborns]. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii. 2009; 6: 13–7. (in Russian).
5. Kondrat'yeva M.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma u novorozhdennykh detey v zavisimosti ot usloviy vnutriutrobnogo razvitiya [Heart rate variability in newborns depending on the conditions of intrauterine development]. Tezisy kongressa «Detskaya kardiologiya». Moskva; 2008: 330–32. (in Russian).
6. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Circulation. 1996; 93(5): 1043–65.
7. Belokon' N.A., Kuberger M.B. Bolezni serdtsa i sosudov u detey [Diseases of the heart and blood vessels in children]. Ruk-vo dlya vrachey: v 2-kh t. Moskva: Meditsina Publ.; 1987. (in Russian).
8. Prakhov A.V. Neonatal'naya kardiologiya: rukovodstvo dlya vrachey [Neonatal cardiology: a guide for physicians]. 2-ye izd. N. Novgorod: izd-vo Nizhegorodskoy gos. med. akademii; 2017. (in Russian).
9. Struchkova I.V. Vozrastnyye osobennosti vegetativnoy regulyatsii u zdorovykh detey [Age features of autonomic regulation in healthy children]. Avtoref. dis. … kand. biol. nauk. Tver'; 2013. (in Russian).
10. Mikhaylov V.M. Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya metoda [Heart rate variability: experience of practical application of the method]. Ivanovo: Ivanovskaya gos. med. akademiya; 2002. (in Russian).
11. Kharlamova N.V., Chasha T.V., Klimova O.I., Kulikova N.Yu. Pokazateli funktsional'nogo sostoyaniya vegetativnoy nervnoy sistemy i vegetativnoy regulyatsii u novorozhdonnykh detey v zavisimosti ot lecheniya perinatal'nogo porazheniya TSNS [Indicators of the functional state of the autonomic nervous system and autonomic regulation in newborns depending on the treatment of perinatal CNS damage]. Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra sibirskogo otdeleniya rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk. 2007; 3 (55): 121–22. (in Russian).
12. Nalobina A.N. Osobennosti vegetativnoy regulyatsii serdechnogo ritma u detey pervogo goda zhizni, perenesshikh tserebral'nuyu ishemiyu-gipoksiyu I–II stepeni [Features of the autonomic regulation of the heart rhythm in children of the first year of life who underwent cerebral ischemia-hypoxia of I–II degree]. Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova. 2012; 5: 13–7. (in Russian).
13. Pandolfi M., Falsini G., Lazzerini S. ECG monitoring in full-term infants. Analysis of the rhythm and variability of heart rate. Pediatr. Med. Chir.1993; 15 (6): 569–71.
14. Thompson C.R., Brown J.S., Gee H. Heart rate variability in healthy term newborns: the contribution of respiratory sinus arrhythmia. Early Hum. Dev. 1993; 31 (3): 217–28.
15. Galland B.C. Heart rate variability and cardiac reflexes in small for gestation age infants J Appl. Physiol. 2006; 100 (3): 933–39.
16. Huikuri H.V., Niemela M.J., Ojala S. Circadian rhythms of frequency damain measures of heart rate variability in healthy subjects and patients with coronary artery disease effects of aroual and upright posture. Circulation.1994; 90 (1): 121–26.
17. Tsoy E.G., Igisheva L.N., Galleyev A.R. Variabel'nost' serdechnogo ritma v otsenke adaptatsionnykh protsessov u novorozhdennykh [Heart rate variability in assessing adaptive processes in newborns]. Pediatriya. 2003; 1: 23–7. (in Russian).
18. Podlevskikh T.S., Popova I.V., Tokarev A.N., Belyakova V.A. Ispol'zovaniye pokazateley vegetativnoy regulyatsii serdechnogo ritma v kachestve kriteriya pogranichnykh sostoyaniy u detey [The use of indicators of autonomic regulation of the heart rate as a criterion for borderline conditions in children]. Vyatskiy meditsinskiy vestnik. 2013; 1: 15–20. (in Russian).
19. Panova N.V., Stepanov O.G., Fedorov I.A. Sovremennyye etiopatogeneticheskiye i kliniko-diagnosticheskiye aspekty vegetativno-vistseral'nykh narusheniy u novorozhdennykh detey s perinatal'nym porazheniyem tsentral'noy nervnoy sistemy [Modern etiopathogenetic and clinical diagnostic aspects of autonomic-visceral disorders in newborns with perinatal lesions of the central nervous system]. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovaniye, zdravookhraneniye, fizicheskaya kul'tura. 2015; 15 (3): 40–7. (in Russian).

20. Gadzhimuradova N.D., Pykhtina L.A., Fil'kina O.M., Nazarov S.B. Osobennosti vegetativnoy regulyatsii u detey v god zhizni, rodivshikhsya posle ekstrakorporal'nogo oplodotvoreniya [Peculiarities of vegetative regulation in children of one year of age born after in vitro fertilization]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016; 1: 53–9. (in Russian).
21. Sharshenova A.A., Mazhikova E.D. Vozrastnyye osobennosti adaptatsionnykh mekhanizmov vegetativnoy nervnoy sistemy u detey srednegor'ya [Age features of the adaptive mechanisms of the autonomic nervous system in children in the middle mountains]. Pediatriya. 2005; 3: 110–3. (in Russian).
22. Vinokurova L.N., Merzlova N.B. Elektrokardiografiya u donoshennykh novorozhdonnykh s gipoksicheskiishemicheskimi porazheniyami TSNS v rannem neonatal'nom periode [Electrocardiography in full-term newborns with hypoxic-ischemic CNS lesions in the early neonatal period]. Materialy 7 rossiyskogo kongressa "Sovremennyye tekhnologii v pediatrii i detskoy khirurgii". Moskva; 2008: 175–6. (in Russian).
23. Kocherova O.Yu., Fil'kina O.M., Kurbanova Ye.N. i dr. Osobennosti sostoyaniya zdorov'ya, mozgovoy gemodinamiki, bioelektricheskoy aktivnosti mozga i vegetativnoy regulyatsii u detey s posledstviyami perinatal'nogo porazheniya tsentral'noy nervnoy sistemy v vozraste odnogo goda [Features of the state of health, cerebral hemodynamics, bioelectrical activity of the brain and autonomic regulation in children with consequences of perinatal lesions of the central nervous system at the age of one year]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012; 1: 62–3. (in Russian).
24. Kupriyanova O.O., Domareva T.A. Variabel'nost' serdechnogo ritma u novorozhdennykh detey s perinatal'nym porazheniyem tsentral'noy nervnoy sistemy [Heart rate variability in newborns with perinatal lesions of the central nervous system]. Vestnik aritmologii. 2001; 24: 35–8. (in Russian).
25. Yevseyenko D.A., Yeshchenko Yu.V. Izmeneniya v fetoplatsentarnom komplekse pri ostroy i khronicheskoy vnutriutrobnoy gipoksii [Changes in the fetoplacental complex in acute and chronic intrauterine hypoxia]. Pediatriya. 2002; 1: 5–9. (in Russian).
26. Mukhina Yu.G., Chubarova A.I., Neudakhin Ye.V. i dr. Stadiynost' aktivnosti fermentov tonkoy kishki i vegetativnogo statusa pri gipotrofii u detey s perinatal'nym porazheniyem TSNS [Staging of the activity of small intestine enzymes and vegetative status in malnutrition in children with perinatal lesions of the central nervous system]. Pediatriya. 2002; 3: 30–4. (in Russian).
27. Krivtsova L.A., Khoroshkina L.A., Nalobina N.A., Stotskaya Ye.S. Osobennosti vegetativnogo statusa i nervno-psikhicheskogo razvitiya detey pervogo goda zhizni, rozhdennykh ot materey s nikotinovoy zavisimost'yu [Features of the vegetative status and neuropsychic development of children of the first year of life born to mothers with nicotine addiction]. Pediatriya. 2012; 1: 35–40. (in Russian).
28. Alimov A.V. Kharakteristika adaptivnykh reaktsiy u novorozhdonnykh s toksiko-septicheskimi sostoyaniyami, perenosshikh perinatal'nuyu gipoksiyu [Characteristics of adaptive reactions in newborns with toxic-septic conditions who underwent perinatal hypoxia]. Pediatriya. 2003; 4:115. (in Russian).
29. Stevens B., McGrath P., Gibbinset S. et al. Determining behavioural and physiological responses to pain in infants at risk for neurological impairment. Pain. 2007; 127 (1–2): 94–102.
30. Parshin Ye.V. Kharakteristiki struktury ritma serdtsa v komplekse markerov tyazhesti sostoyaniya novorozhdennykh detey, trebuyushchikh lecheniya v reanimatsionnom otdelenii [Characteristics of the structure of the heart rhythm in the complex of markers of the severity of the condition of newborns requiring treatment in the intensive care unit]. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Sovremennaya perinatologiya i perinatologicheskiye aspekty patologii detskogo vozrasta": tezisy dokladov. Sankt-Peterburg. 1996; II: 22–3. (in Russian).
31. Airede A., Bello M., Weerasinghe H.D. Acute renal failure in the newborn: incidence and outcome. J. Paediatr. Child. Health.1997; 33 (3): 246–49.
32. Malinin A.N. Kliniko-funktsional'naya kharakteristika detey pervogo goda zhizni, perenesshikh kriticheskoye sostoyaniye v periode novorozhdonnosti [Clinical and functional characteristics of children of the first year of life who underwent a critical condition in the neonatal period]. Avtoref. dis. … kand. med. nauk. Moskva; 2010. (in Russian).
33. Griffin M.P., Scollan D.F., Moorman J.R. The dynamic range of neonatal heart rate variability. J. Cardiovasc Electrophysiol. 1994; 5 (2): 112–24.
34. Shimomura C., Matsuzaka T., Koide E. Spectral analysis of heart rate variability in the dysfunction of the brainstem. No To Hattatsu. 1991; 23 (1): 26–31.
35. Ivanov D.O., Kozlova L.V., Derevtsov V.V. Vegetativnaya disfunktsiya i adaptatsionno-rezervnyye vozmozhnosti u detey, rozhdennykh s vnutriutrobnoy zaderzhkoy rosta, v pervom polugodii zhizni [Autonomic dysfunction and adaptive-reserve capabilities in children born with intrauterine growth retardation in the first half of life]. Pediatr. 2016; 4: 77–89. (in Russian).
36. Ivanov D.O., Kozlova L.V., Derevtsov V.V. Vegetativnyy status i adaptatsiya u mladentsev, imevshikh raznyye tipy vnutriutrobnoy zaderzhki rosta [Vegetative status and adaptation in infants with different types of intrauterine growth retardation]. Pediatr. 2017; 3: 8–15. (in Russian).

37. Dolgova Z.R. Osobennosti perinatal'nogo anamneza i variabel'nosti serdechnogo ritma u nedonoshennykh detey pervogo goda zhizni, rozhdennykh s ekstremal'no nizkoy massoy tela i ochen' nizkoy massoy tela [Features of perinatal history and heart rate variability in premature infants of the first year of life born with extremely low body weight and very low body weight]. Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny. 2017; 7(6): 20–6. (in Russian).
38. Tumayeva T.S. Neyrovegetativnaya regulyatsiya serdechnogo ritma u nedonoshennykh detey, rozhdennykh kesarevym secheniyem kliniko-instrumental'nyye osobennosti, vozmozhnosti medikamentoznoy korrektsii [Neurovegetative regulation of heart rate in premature babies born by caesarean section, clinical and instrumental features, possibilities of drug correction]. Pediatriya. 2017; 3: 8–15. (in Russian).
39. Bliznetsova Ye.A., Antonova L.K., Kushnir S.M. Funktsional'noye sostoyaniye vegetativnoy nervnoy sistemy u nedonoshennykh detey s zaderzhkoy vnutriutrobnogo razvitiya v neonatal'nom periode [Functional state of the autonomic nervous system in premature infants with intrauterine growth retardation in the neonatal period]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2014; 16, 5(4): 1437–41. (in Russian).
40. Bliznetsova Ye.A., Antonova L.K., Malinin A.N. Sostoyaniye vegetativnoy regulyatsii v pervyye tri mesyatsa zhizni u nedonoshennykh detey, rodivshikhsya s zaderzhkoy vnutriutrobnogo razvitiya [The state of autonomic regulation in the first three months of life in premature babies born with intrauterine growth retardation]. Pediatr. Sankt-Peterburg. 2018; 9(4): 36–43. DOI: 10.17816/PED9436-43. (in Russian).