



Check for updates

Экспериментальные статьи

УДК [616.1+616.8-053.5]:618.3-06

EDN MBLAVO

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-307-320>

Особенности функциональных и адаптивных резервов нервной и сердечно-сосудистой систем у детей 7–11 лет из учреждений социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию

Д. В. Сосин ¹, А. А. Удовенко¹, В. Н. Шестакова¹, В. А. Глущенко¹¹ Смоленский государственный медицинский университет Минздрава РФ, 214019, Россия, Смоленск, ул. Крупской, д. 28

Сведения об авторах

Денис Владимирович Сосин, SPIN-код: 7712-4360, ORCID: 0000-0003-2172-2363, e-mail: pediatrsgma@mail.ruАлександр Андреевич Удовенко, SPIN-код: 1482-9566, ORCID: 0000-0003-2180-5839, e-mail: avp.wolf@yandex.ruВера Николаевна Шестакова, SPIN-код: 5008-1338, ORCID: 0000-0002-0179-600X, e-mail: docmedvn@yandex.ruВероника Андреевна Глущенко, SPIN-код: 1038-0869, ORCID: 0000-0003-3625-9850, e-mail: vebogormistrova@gmail.com

Для цитирования: Сосин, Д. В., Удовенко, А. А., Шестакова, В. Н., Глущенко, В. А. (2025) Особенности функциональных и адаптивных резервов нервной и сердечно-сосудистой систем у детей 7–11 лет из учреждений социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию. *Интегративная физиология*, т. 6, № 3, с. 307–320. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-307-320> EDN MBLAVO

Получена 15 октября 2025; прошла рецензирование 12 декабря 2025; принята 19 декабря 2025.

Финансирование: Исследование не имело финансовой поддержки.

Права: © Д. В. Сосин, А. А. Удовенко, В. Н. Шестакова, В. А. Глущенко (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0.

Аннотация. Благополучие состояния здоровья детей, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы в Российской Федерации, ставит ряд вопросов, которые носят междисциплинарный характер, что обусловлено сочетанием действия социальных и медико-биологических факторов на организм, как правило, возникающих с момента зачатия. Целью данной работы явилось выявление особенностей функциональных и адаптивных резервов нервной и сердечно-сосудистой систем у детей 7–11 лет из учреждений социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию. В основе исследования лежит оценка электрофизиологических показателей с помощью прибора «Кардиовизор». Фундаментом технологии является расчет и трехмерная визуализация электромагнитного излучения миокарда по параметрам амплитудной дисперсии стандартного ЭКГ-сигнала от конечностей. Скрининг-система «Кардиовизор» отражает согласованное влияние нервной системы на сердечно-сосудистую систему, нейрофизиологические параметры модуля системы контроля уровня стресса у детей младшего школьного возраста из учреждений социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию в антенатальном периоде. В результате показано, что воспитанники 7–11 лет учреждений социальной сферы для несовершеннолетних, перенесшие хроническую гипоксию плода, отличаются сниженным порогом функциональных и адаптивных резервов сердечно-сосудистой и центральной нервной систем ввиду более резких изменений со стороны метаболических процессов в миокарде с одновременно более низкими нейрофизиологическими показателями, что делает их группой риска по развитию дезадаптационного синдрома на этапе начального общего образования.

Ключевые слова: хроническая внутриутробная гипоксия, дисперсионное картирование электрокардиограммы, система контроля уровня стресса, дети младшего школьного возраста, адаптация, функциональные резервы, дети-сироты

Functional and adaptive reserves in the nervous and cardiovascular systems of children aged 7–11 years from social care institutions with a history of chronic intrauterine hypoxia

D. V. Sosin ¹, A. A. Udovenko¹, V. N. Shestakova¹, V. A. Glushchenko¹

¹ Smolensk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 28 Krupskaya Str., Smolensk 214019, Russia

Authors

Denis V. Sosin, SPIN: [7712-4360](#), ORCID: [0000-0003-2172-2363](#), e-mail: pediatrsgma@mail.ru

Alexander A. Udovenko, SPIN: [1482-9566](#), ORCID: [0000-0003-2180-5839](#), e-mail: avp.wolf@yandex.ru

Vera N. Shestakova, SPIN: [5008-1338](#), ORCID: [0000-0002-0179-600X](#), e-mail: docmedvn@yandex.ru

Veronika A. Glushchenko, SPIN: [1038-0869](#), ORCID: [0000-0003-3625-9850](#), e-mail: vebogormistrova@gmail.com

For citation: Sosin, D. V., Udovenko, A. A., Shestakova, V. N., Glushchenko, V. A. (2025) Features of functional and adaptive reserves of the nervous and cardiovascular systems in children aged 7–11 years from social institutions who suffered from chronic intrauterine hypoxia. *Integrative Physiology*, vol.6, no.3, pp. 307–320. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-307-320> EDN [MBLAVO](#)

Received 15 October 2025; reviewed 12 December 2025; accepted 19 December 2025.

Funding: The study did not receive any external funding.

Copyright: © D. V. Sosin, A. A. Udovenko, V. N. Shestakova, V. A. Glushchenko (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under [CC BY License 4.0](#).

Abstract. The health status of children raised in social care institutions in the Russian Federation presents complex, interdisciplinary challenges. These stem from the combined impact of social and biomedical risk factors, often originating from conception. The purpose of this study was to identify the characteristics of functional and adaptive reserves in the nervous and cardiovascular systems of children aged 7–11 years from social care institutions, specifically those with a history of chronic intrauterine hypoxia. Functional assessment was based on electrophysiological parameters acquired using the Cardiovisor device. This technology employs dispersion mapping of a standard limb-lead ECG signal, calculating and providing three-dimensional visualization of myocardial electromagnetic activity. The Cardiovisor screening system was used to evaluate the coordinated influence of the nervous system on cardiovascular function and to derive neurophysiological stress-monitoring parameters. The study cohort consisted of primary school-aged children from social care institutions with a documented antenatal history of chronic hypoxia. Results indicate that children aged 7–11 years with a history of chronic fetal hypoxia exhibit diminished functional and adaptive reserves of the cardiovascular and central nervous systems. This is characterized by more pronounced alterations in myocardial metabolic processes concurrent with lower neurophysiological scores. Consequently, this population constitutes a high-risk group for developing maladaptation syndrome during the primary general education stage.

Keywords: chronic intrauterine hypoxia, electrocardiogram dispersion mapping, stress level monitoring system, primary school children, adaptation, functional reserves, orphans

Введение

Здоровье воспитанников учреждений социальной сферы в Российской Федерации ставит ряд вопросов, которые имеют междисциплинарный характер. Обусловлено это сочетанием действия социальных и медико-биологических факторов на организм, как правило, возникающих с момента зачатия (Казин и др. 2015; Шестакова и др. 2020а). Это находит отражение в распространенности патологии перинатального периода до 89% среди всех поступающих в учреждения социальной сферы. Согласно

литературным данным, лидирующую позицию занимает хроническая внутриутробная гипоксия, которая имеет сложный многоуровневый механизм компенсаторно-приспособительных реакций, что отражается на раннем этапе развития ребенка. В условиях хронической внутриутробной гипоксии наблюдается отсутствие резко развивающихся компенсаторных реакций, вследствие чего возникает длительный период напряженности физиологических систем, сопровождающийся ухудшением гемодинамики. В первую очередь страдает центральная нервная система, отмечается замедление темпов роста

капилляров в головном мозге с последующими расстройствами в системе мозгового кровообращения. Однако более высокая устойчивость организма плода к факторам гипоксии позволяет долгое время избегать существенных изменений паренхимы мозга и нейроглии дегенеративного характера. В то же время усиление нагрузки на сердечно-сосудистую систему и характерные изменения в сторону централизации кровообращения приводят к снижению энергетического обмена кардиомиоцитов с последующим уменьшением сердечного выброса, что в дальнейшем реализуется в постгипоксическую кардиопатию (Ибрагимова 2020). Таким образом, внутриутробная гипоксия всегда затрагивает основные физиологические системы организма, которые отвечают за функциональную состоятельность адаптационных механизмов, в частности сердечно-сосудистую и нервную системы. Результаты исследований постгипоксического влияния на состояние здоровья детей раннего возраста говорят о разнообразии клинической картины и индивидуальности времени манифестации, на основании чего многие авторы предполагают пролонгацию последствий в школьном периоде (Степанова, Семина 2020; Шестакова и др. 2020b). В литературе недостаточно освещены вопросы, касающиеся особенностей функциональных и адаптационных резервов организма у детей младшего школьного возраста, перенесших гипоксию в антенатальном периоде. Использование дисперсионного картирования электрокардиограммы скрининг-системой «Кардиовизор» и данные системы контроля уровня стресса позволят полноценно и целостно оценить влияние внутриутробной гипоксии на нервную систему и функциональные особенности работы сердца для дальнейшей оптимизации профилактических и реабилитационных мероприятий у воспитанников учреждений социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию.

Цель исследования — выявление особенностей физиологических функциональных и адаптивных резервов нервной и сердечно-сосудистой систем у детей 7–11 лет из учреждений социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 150 детей в возрасте 7–11 лет, воспитывающиеся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, поделенные на две группы. Основную группу составили 100 детей, испытывавших хрониче-

скую внутриутробную гипоксию (51 мальчик и 49 девочек), а в группу сравнения вошли 50 детей без хронической гипоксии в антенатальном периоде (30 мальчиков и 20 девочек).

Диагностическими критериями внутриутробной гипоксии в основной группе по подтвержденным учетным формам документации поступившего ребенка в учреждение социальной сферы для несовершеннолетних считали отягощенный акушерско-гинекологический анамнез и осложнения текущей беременности в виде токсикозов (24,7%), анемии (50,0%), обвития пуповиной шеи (24,0%), угрозы прерывания (80,0%) с данными кардиотокографического исследования по системе балльной оценки Фишера.

Обращали на себя внимание постнатальные признаки гипоксии плода. Дети из основной группы наблюдения при рождении имели более низкие средние значения массы тела ($2,8 \pm 2,1$ кг), роста ($46,1 \pm 1,6$ см) и окружности грудной клетки ($31,6 \pm 0,6$ см), чем в группе сравнения ($3,2 \pm 1,9$ кг, $51,5 \pm 1,1$ см, $32,4 \pm 0,7$ см). Кроме того, в основной группе свыше 70% детей имели признаки отягощенного течения периода адаптации, характеризовавшегося выраженными клиническими проявлениями переходных физиологических состояний новорожденных (увеличение продолжительности физиологической желтухи и ее тяжесть, степень проявления транзиторной гипертермии, проявления токсической эритемы новорожденных, реактивность сосудов кожных покровов на изменения температуры окружающей среды), в то время как в группе сравнения подобные проявления встречались не более чем у 30% детей. Таким образом, рассматривались документально подтвержденные случаи нарушения гемодинамики системы мать — плацента — плод с клиническими особенностями течения раннего постнатального периода, что подтверждало наличие хронической внутриутробной гипоксии.

Для оценки функциональных показателей и адаптивных резервов со стороны сердечно-сосудистой системы использовали прибор «Кардиовизор». Технология его работы основана на расчете и трехмерной визуализации электромагнитного излучения миокарда по параметрам амплитудной дисперсии стандартного ЭКГ-сигнала от конечностей (четыре электрода). Скрининг-система «Кардиовизор» позволяет на основе анализа дисперсионной картины данных записи электрокардиограммы (ЭКГ) выделить существующие отклонения электрофизиологических процессов, которые являются основными характеристиками течения метаболических

процессов в миокарде. Ключевым моментом диагностики является выраженность микроральтераций ЭКГ-сигнала, которые позволяют выявить нарушения еще до развития яркой клинической картины (Макарова, Краева 2014; Удовенко и др. 2024). Анализ частоты сердечных сокращений за время исследования позволяет вычислить вариабельность сердечного ритма, который также на основании дисперсионных отклонений от общей картины ЭКГ свидетельствует о реактивности нервной системы, в том числе и со стороны вегетативной регуляции (Шумов, Краева 2021). Для выражения данных изменений в программу интегрирован подсчет дисперсионных индексов, которые являются относительными характеристиками и измеряются в диапазоне от 0% до 100%: «Миокард» — численное выражение величины площади зоны нарушения дисперсионных отклонений, «Ритм» — сбалансированность воздействия нервной системы на сердечно-сосудистую систему. Количественные границы дисперсионных индексов соответствуют: «Миокард» — норма до 15%, пограничные изменения — 15–19%, патология — 20% и более; «Ритм» — норма до 50%, отклонение от нормы — 51–79%, патология — более 79%. Дополнительно оценивали дисперсионные индексы для общего заключения об электрофизиологическом характере выявленных отклонений.

Программный модуль «Система контроля уровня стресса» (СКУС) предназначен для психофизиологического исследования центральной нервной системы. В ходе обследования в рандомизированном порядке (по времени и последовательности цветов) предъявляли стимулы, на которые пациентам предлагалось отвечать нажатием клавиши соответствующего цвета. Тест состоял из 120 измерений времени реакции, с интервалами подачи сигнала 1–3 с, продолжительностью 5–7 мин. Полученные 120 величин времени реакции распределяли по классам с интервалом 20 мс: 101–120 мс, 121–140 мс, 141–160 мс и т. д. Основываясь на полученных данных, строили вариационную кривую, отражающую особенности распределения временных реакций. Характеристику кривой осуществляли на основании трех количественных показателей: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР), уровень функциональных возможностей (УФВ). Таким образом, оценке подвергалась скорость моторно-зрительных реакций на определенное количество предъявлений, которая является объективным критерием характера течения нейродинамических процессов. Выводимые нейрофизиологические

показатели (ФУС, УР и УФВ) позволяют охарактеризовать следующие особенности нейродинамики: насколько быстро происходит восприятие установленной инструкции, как долго длится закрепление и ее удержание, выраженность восприятия внешних раздражителей (флуктуации внимания), сбалансированность влияния симпатического и парасимпатического компонентов на центральное звено нервной системы (Казин и др. 2020; Николаева и др. 2018; Сосин и др. 2024).

Для количественных оценок центральных тенденций анализируемых выборок использовали средние значения. Проверку нормальности выборок осуществляли при помощи критерия хи-квадрат (Лямец, Евсеев 2019). При сравнении выборочных средних использовали *t*-критерий Стьюдента. Проверку статистических гипотез проводили на уровне значимости $p < 0,05$. Для автоматизации статистических вычислений использовали табличный процессор Microsoft Excel.

Результаты исследования

Оценка интервальных границ дисперсионного индекса «Миокард» показала, что частота встречаемости детей с пограничными изменениями в основной группе превалировала над установленной в группе сравнения. В основной группе значения индекса «Миокард» находились в интервале 15–19% у 51% мальчиков, что на 21% больше, чем у сверстников из группы сравнения. У девочек наблюдалась схожая картина, в основной группе девочки с пограничными значениями встречались чаще на 13,8% (табл. 1). Обращало на себя внимание то, что в основной группе только мальчики имели преобладание частоты встречаемости по группе риска (1–19%) над нормой (до 15%) на 13,7%, чего не отмечалось среди девочек данной группы, у которых распределение количества детей по интервалам соответствовало группе сравнения, хотя и с меньшей разницей относительно нормы и группы риска. При этом статистически достоверные различия выявлены только между мальчиками основной группы и группы сравнения со значением нормы ($p < 0,05$).

Интервальные значения, отражающие патологию и отклонение от нормы (индекс «Миокард» более 20%), наблюдались в основной группе среди мальчиков у 11,8%, девочек — у 8,2% (в группе сравнения такие дети отсутствовали), однако достоверных различий не установлено ($p \geq 0,05$).

Табл. 1. Сравнение интервальных границ дисперсионных индексов «Миокард» и «Ритм»

Интервальные значения индекса	Группы наблюдения			
	Мальчики из основной группы (n = 51)	Мальчики из группы сравнения (n = 30)	Девочки из основной группы (n = 49)	Девочки из группы сравнения (n = 20)
	%	%	%	%
Дисперсионный индекс «Миокард»				
<15%	37,3 ± 13,5*	70,0 ± 16,7	53,1 ± 14,3	75,0 ± 19,4
15–19%	51,0 ± 14,0	30,0 ± 16,7	38,8 ± 13,9	25,0 ± 19,4
≥20%	11,8 ± 9,0	0,0 ± 0,0	8,2 ± 7,8	0,0 ± 0,0
Дисперсионный индекс «Ритм»				
<50%	78,4 ± 11,5	86,7 ± 12,4	87,8 ± 9,4	95,0 ± 9,7
≥50%	21,6 ± 11,5	13,3 ± 12,4	12,2 ± 9,4	5,0 ± 9,7

Примечание: * — различия при сравнении групп статистически достоверны (p < 0,05).

Table 1. Comparative distribution of 'Myocardium' and 'Rhythm' dispersion indices by monitoring group

Interval	Monitoring group			
	Boys from the main group (n = 51)	Boys from the comparison group (n = 30)	Girls from the main group (n = 49)	Girls from the comparison group (n = 20)
	%	%	%	%
Myocardium dispersion index				
<15%	37.3 ± 13.5*	70.0 ± 16.7	53.1 ± 14.3	75.0 ± 19.4
15-19%	51.0 ± 14.0	30.0 ± 16.7	38.8 ± 13.9	25.0 ± 19.4
≥20%	11.8 ± 9.0	0.0 ± 0.0	8.2 ± 7.8	0.0 ± 0.0
Rhythm dispersion index				
<50%	78.4 ± 11.5	86.7 ± 12.4	87.8 ± 9.4	95.0 ± 9.7
≥50%	21.6 ± 11.5	13.3 ± 12.4	12.2 ± 9.4	5.0 ± 9.7

Note: * — statistically significant intergroup differences (p < 0.05).

Анализ индекса «Ритм» показал, что в основной группе значения более 50% (выраженные отклонения) наблюдались среди мальчиков на 8,3%, девочек на 7,2% чаще, чем в группе сравнения, при этом достоверных различий не установлено (p ≥ 0,05). Полученное распре-

деление количества детей по интервальным границам в зависимости от показателей дисперсионных индексов «Миокарда» и «Ритма» соотносится с данными средних значений указанных параметров с учетом половой принадлежности (табл. 2).

Табл. 2. Сравнительная характеристика количественных значений дисперсионных индексов «Миокард» и «Ритм»

Показатель	Группы наблюдения			
	Мальчики из основной группы (n = 51)	Мальчики из группы сравнения (n = 30)	Девочки из основной группы (n = 49)	Девочки из группы сравнения (n = 20)
Миокард, %	12,18 ± 1,88*	7,97 ± 2,16	10,14 ± 1,84	7,50 ± 2,59
Ритм, %	35,16 ± 4,17	29,40 ± 6,24	23,55 ± 4,73	16,25 ± 6,39*

Примечание: * — различия при сравнении групп статистически достоверны (p < 0,05).

Table 2. Quantitative values of the 'Myocardium' and 'Rhythm' dispersion indices by monitoring group

Indicator	Monitoring group			
	Boys from the main group (n = 51)	Boys from the comparison group (n = 30)	Girls from the main group (n = 49)	Girls from the comparison group (n = 20)
Myocardium dispersion index, %	12.18 ± 1.88*	7.97 ± 2.16	10.14 ± 1.84	7.50 ± 2.59
Rhythm dispersion index, %	35.16 ± 4.17	29.40 ± 6.24	23.55 ± 4.73	16.25 ± 6.39*

Note: * — statistically significant intergroup differences (p < 0.05).

Оценка электрофизиологической картины дисперсионного картирования ЭКГ позволила установить, что для мальчиков в целом характерны более выраженные изменения, о чем свидетельствовала более низкая частота встречаемости среди них отсутствия значимых дисперсионных отклонений (в группе сравнения на 3,3%, в основной группе на 8,5%), чем у девочек. Умеренные изменения деполяризации предсердий встречались практически в равной степени в обеих группах, за исключением мальчиков из основной группы, у которых их доля превышала 70% (p < 0,05). Между тем для девочек более характерной являлась временная

функциональная нестабильность миокарда, частота которой оказалась выше на 16,9 и 14,0% соответственно, чем у мальчиков, для которых более свойственны специфические изменения миокарда желудочков с разницей 13,3 и 18,4% соответственно (табл. 3).

Анализ электрофизиологических отклонений от нормы показал, что в основной группе доля изменений, связанных с вариабельностью сердечного ритма, в сочетании с асимметрией деполяризации левого желудочка и удлинением интервала Q-T, превышала таковую в группе сравнения как среди мальчиков (на 20,0%, 9,7 и 12,0% соответственно), так и девочек (на 30,0%,

Табл. 3. Сравнительная характеристика электрофизиологической картины дисперсионного картирования ЭКГ

Наличие отклонений	Группы наблюдения			
	Мальчики из основной группы (n = 51)	Мальчики из группы сравнения (n = 30)	Девочки из основной группы (n = 49)	Девочки из группы сравнения (n = 20)
	%	%	%	%
Отсутствие значимых дисперсионных отклонений				
есть	7,8 ± 7,5	16,7 ± 13,6	16,3 ± 10,6	20,0 ± 17,9
Специфические изменения миокарда желудочков				
есть	49,0 ± 14,0	53,3 ± 18,2	30,6 ± 13,2	40,0 ± 21,9
Признаки временной функциональной нестабильности миокарда				
есть	31,4 ± 13,0	23,3 ± 15,4	44,9 ± 14,2	40,0 ± 21,9
Умеренные изменения в деполяризации предсердий				
есть	76,5 ± 11,9*	53,3 ± 18,2	59,2 ± 14,0	50,0 ± 22,4
Изменения миокарда желудочков, похожие на ишемические				
есть	11,8 ± 9,0	0,0 ± 0,0	8,2 ± 7,8	0,0 ± 0,0
Умеренная тахикардия				
есть	66,7 ± 13,2	46,7 ± 18,2	55,1 ± 14,2*	25,0 ± 19,4
Небольшая асимметрия деполяризации левого желудочка				
есть	15,7 ± 10,2	6,7 ± 9,1	12,2 ± 9,4	5,0 ± 9,7
Удлинение интервала Q-T				
есть	35,3 ± 13,4	23,3 ± 15,4	16,3 ± 10,6	5,0 ± 9,7

Примечание: * — различия при сравнении групп статистически достоверны (p < 0,05).

Table 3. Prevalence of electrophysiological findings from ECG dispersion mapping by monitoring group

Electro-physiological finding	Monitoring group			
	Boys from the main group (n = 51)	Boys from the comparison group (n = 30)	Girls from the main group (n = 49)	Girls from the comparison group (n = 20)
	%	%	%	%
Absence of significant deviations				
present	7.8 ± 7.5	16.7 ± 13.6	16.3 ± 10.6	20.0 ± 17.9
Ventricular myocardial changes				
present	49.0 ± 14.0	53.3 ± 18.2	30.6 ± 13.2	40.0 ± 21.9
Temporary functional myocardial instability				
present	31.4 ± 13.0	23.3 ± 15.4	44.9 ± 14.2	40.0 ± 21.9
Moderate atrial depolarization changes				
present	76.5 ± 11.9*	53.3 ± 18.2	59.2 ± 14.0	50.0 ± 22.4
Ischemia-like ventricular myocardium changes				
present	11.8 ± 9.0	0.0 ± 0.0	8.2 ± 7.8	0.0 ± 0.0
Moderate tachycardia				
present	66.7 ± 13.2	46.7 ± 18.2	55.1 ± 14.2*	25.0 ± 19.4
Mild left ventricular depolarization asymmetry				
present	15.7 ± 10.2	6.7 ± 9.1	12.2 ± 9.4	5.0 ± 9.7
Prolonged Q-T interval				
present	35.3 ± 13.4	23.3 ± 15.4	16.3 ± 10.6	5.0 ± 9.7

Note: * — statistically significant intergroup differences (p < 0.05).

7,0 и 11,0% соответственно). Кроме того, установлено, что в основной группе у 11,8% мальчиков и 8,0% девочек выявлены изменения, обусловленные метаболическими нарушениями, связанными с гипоксией антенатального периода, что требует дальнейших лечебно-диагностических мероприятий, при этом в группе сравнения детей с подобными нарушениями не выявлено (p ≥ 0,05).

Сравнительная характеристика функционального состояния центральной нервной системы показала, что дети из основной группы

по всем трем нейрофизиологическим параметрам (ФУС, УР и УФВ) уступали группе сравнения. Мальчики основной группы достоверно чаще (p < 0,05) имели уровень ниже среднего определяемых показателей (на 20,0%, 22,0 и 11,3% соответственно). Среди девочек наблюдалась схожая ситуация (уровень показателей ниже среднего наблюдался чаще на 18,6%, 14,5 и 9,5% соответственно), однако достоверных различий не установлено (p ≥ 0,05) (табл. 4).

Стоит отметить и то, что в основной группе имелись дети с низкими уровнями ФУС, УР и УФВ,

Табл. 4. Сравнительная характеристика уровней ФУС, УР и УФВ

Уровень показателей	Группы наблюдения			
	Мальчики из основной группы (n = 51)	Мальчики из группы сравнения (n = 30)	Девочки из основной группы (n = 49)	Девочки из группы сравнения (n = 20)
	%	%	%	%
Функциональный уровень системы				
Высокий	3,9 ± 5,4	10,0 ± 11,0	6,1 ± 6,8	20,0 ± 17,9
Выше среднего	17,6 ± 10,7	30,0 ± 16,7	26,5 ± 12,6	30,0 ± 20,5
Средний	17,6 ± 10,7	46,7 ± 18,2*	30,6 ± 13,2	40,0 ± 21,9
Ниже среднего	33,3 ± 13,2	13,3 ± 12,4*	28,6 ± 12,9	10,0 ± 13,4
Низкий	27,5 ± 12,5	0,0 ± 0,0*	8,2 ± 7,8	0,0 ± 0,0

Табл. 4. Продолжение

Уровень показателей	Группы наблюдения			
	Мальчики из основной группы (n = 51)	Мальчики из группы сравнения (n = 30)	Девочки из основной группы (n = 49)	Девочки из группы сравнения (n = 20)
	%	%	%	%
Устойчивость реакции				
Высокая	3,9 ± 5,4	10,0 ± 11,0	6,1 ± 6,8	20,0 ± 17,9
Выше среднего	19,6 ± 11,1	26,7 ± 16,1	22,4 ± 11,9	30,0 ± 20,5
Средняя	17,6 ± 10,7	50,0 ± 18,3*	38,8 ± 13,9	40,0 ± 21,9
Ниже среднего	35,3 ± 13,4	13,3 ± 12,4*	24,5 ± 12,3	10,0 ± 13,4
Низкая	23,5 ± 11,9	0,0 ± 0,0*	8,2 ± 7,8	0,0 ± 0,0
Уровень функциональных возможностей				
Высокий	0,0 ± 0,0	13,3 ± 12,4*	4,1 ± 5,7	15,0 ± 16,0
Выше среднего	11,8 ± 9,0	20,0 ± 14,6	16,3 ± 10,6	20,0 ± 17,9
Средний	31,4 ± 13,0	50,0 ± 18,3	42,9 ± 14,1	50,0 ± 22,4
Ниже среднего	37,3 ± 13,5	16,7 ± 13,6*	24,5 ± 12,3	15,0 ± 16,0
Низкий	19,6 ± 11,1	0,0 ± 0,0*	12,2 ± 9,4	0,0 ± 0,0

Примечание: * — различия при сравнении групп статистически достоверны (p < 0,05).

Table 4. Distribution of functional level of the system (FLS), reaction stability (RS), and level of functionality (LoF) by monitoring group

Level	Monitoring group			
	Boys from the main group (n = 51)	Boys from the comparison group (n = 30)	Girls from the main group (n = 49)	Girls from the comparison group (n = 20)
	%	%	%	%
Functional level of the system				
High	3.9 ± 5.4	10.0 ± 11.0	6.1 ± 6.8	20.0 ± 17.9
Above average	17.6 ± 10.7	30.0 ± 16.7	26.5 ± 12.6	30.0 ± 20.5
Average	17.6 ± 10.7	46.7 ± 18.2*	30.6 ± 13.2	40.0 ± 21.9
Below average	33.3 ± 13.2	13.3 ± 12.4*	28.6 ± 12.9	10.0 ± 13.4
Low	27.5 ± 12.5	0.0 ± 0.0*	8.2 ± 7.8	0.0 ± 0.0
Reaction stability				
High	3.9 ± 5.4	10.0 ± 11.0	6.1 ± 6.8	20.0 ± 17.9
Above average	19.6 ± 11.1	26.7 ± 16.1	22.4 ± 11.9	30.0 ± 20.5
Average	17.6 ± 10.7	50.0 ± 18.3*	38.8 ± 13.9	40.0 ± 21.9
Below average	35.3 ± 13.4	13.3 ± 12.4*	24.5 ± 12.3	10.0 ± 13.4
Low	23.5 ± 11.9	0.0 ± 0.0*	8.2 ± 7.8	0.0 ± 0.0
Level of functionality				
High	0.0 ± 0.0	13.3 ± 12.4*	4.1 ± 5.7	15.0 ± 16.0
Above average	11.8 ± 9.0	20.0 ± 14.6	16.3 ± 10.6	20.0 ± 17.9
Average	31.4 ± 13.0	50.0 ± 18.3	42.9 ± 14.1	50.0 ± 22.4
Below average	37.3 ± 13.5	16.7 ± 13.6*	24.5 ± 12.3	15.0 ± 16.0
Low	19.6 ± 11.1	0.0 ± 0.0*	12.2 ± 9.4	0.0 ± 0.0

Note: * — statistically significant intergroup differences (p < 0.05).

среди которых мальчиков на 3,3%, 3,3 и 1,7% больше, чем девочек, чего не наблюдалось в группе сравнения. Это соотносится и с данными средних значений нейродинамических показателей, которые достоверно чаще ($p < 0,05$) были выше у детей из группы сравнения (табл. 5).

Исходя из общей картины, полученные результаты говорят о более высоком уровне функционального состояния центральной нервной системы у девочек, чем у мальчиков, что подтверждалось не только средними значениями, но и долей распределения по высоким и выше среднего уровням нейробиологических показателей, учитывая половую принадлежность.

Обсуждение результатов исследования

Принимая в расчет патогенетические механизмы влияния внутриутробной гипоксии, последствия которой более всего реализуются в адаптационный период, применение таких методов, как дисперсионное картирование электрокардиограммы скрининг-системой «Кардиовизор» и программного модуля системы контроля уровня стресса, позволяет объективно подойти к оценке функционально-физиологических резервов организма. Микроальтерации ЭКГ-сигнала, полученные при дисперсионном картировании, регистрируют электрофизиологические процессы, являющиеся интегральной составляющей временных изменений перфузии и микроциркуляции, метаболических процессов в миокарде, тем самым представляя собой

эффективные предикторы скрытых патологических изменений (Макарова, Краева 2014; Удовенко и др. 2024). Наряду с этим, психофизиологическое исследование предъявления визуальных стимулов, измерение скорости реакции и определение функциональной готовности являют собой объективные нейробиологические показатели, отражающие нейродинамические свойства центральной нервной системы, общий уровень работоспособности и активности нервной системы (Казин и др. 2020; Сосин и др. 2024). Таким образом, в совокупности данные методики позволяют диагностировать основные «физиологические мишени», несущие в себе риск реализации последствий внутриутробной гипоксии в виде отдаленных процессов адаптации.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у детей, перенесших гипоксию в антенатальном периоде, более выражены пограничные изменения метаболических процессов в миокарде, при этом не исключается наличие изменений гипоксического характера. Об этом говорят данные средних значений и распределения частоты встречаемости по интервальным границам групп риска (15–19%) и выраженных отклонений (20%) дисперсионного индекса «миокард» в основной группе детей относительно группы сравнения, что подтверждается рядом работ о возможности рассмотрения параметра «Миокард» в скрининг-диагностике при сердечно-сосудистых заболеваниях у детей. По литературным источникам показатель индекса «Миокарда» более 15%

Табл. 5. Сравнительная характеристика количественных значений ФУС, УР и УФВ

Показатель	Группы наблюдения			
	Мальчики, основная группа (n = 51)	Мальчики, группа сравнения (n = 30)	Девочки, основная группа (n = 49)	Девочки, группа сравнения (n = 20)
ФУС, сек ⁻²	57,07 ± 15,63*	91,84 ± 14,09	64,68 ± 13,05*	100,87 ± 19,36
УР, сек ⁻¹	4,45 ± 1,43*	6,43 ± 1,27	4,69 ± 1,02*	6,46 ± 1,31
УФВ, сек ⁻²	17,60 ± 5,57*	34,4 ± 7,71	21,89 ± 5,26*	34,7 ± 8,24

Примечание: * — различия при сравнении групп статистически достоверны ($p < 0,05$).

Table 5. Quantitative values of functional level of the system (FLS), reaction stability (RS), and level of functionality (LoF) by monitoring group

Indicator	Monitoring group			
	Boys from the main group (n = 51)	Boys from the comparison group (n = 30)	Girls from the main group (n = 49)	Girls from the comparison group (n = 20)
FLS, sec ⁻²	57.07 ± 15.63*	91.84 ± 14.09	64.68 ± 13.05*	100.87 ± 19.36
RS, sec ⁻¹	4.45 ± 1.43*	6.43 ± 1.27	4.69 ± 1.02*	6.46 ± 1.31
LoF, sec ⁻²	17.60 ± 5.57*	34.4 ± 7.71	21.89 ± 5.26*	34.7 ± 8.24

Note: * — statistically significant intergroup differences ($p < 0.05$).

определяется у детей с наличием нейроциркуляторной дистонии, нарушениями сердечного ритма, артериальной гипертензией, а также гипертрофической кардиомиопатией. По данным скрининг-диагностики функционального состояния миокарда у детей с артериальной гипертензией значения показателя «Миокард» показывали более значительные размахи по сравнению со здоровыми детьми, что также отражает значимость данного показателя у детей с нарушениями со стороны сердечно-сосудистой системы (Макарова, Краева 2014).

Установленные нами более высокие показатели дисперсионного индекса «Ритм» у детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, позволяют судить о более выраженном действии нервной системы на вариабельность сердечного ритма, сопровождаемая значительной стрессовой реакцией и указывая на повышенное влияние вегетативных механизмов (Казин и др. 2020; Удовенко и др. 2024; Шумов, Краева 2021).

Подкрепляет данный факт функциональное состояние центральной нервной системы, которая играет ведущую роль в регуляции физиологических компонентов организма в период адаптации, в том числе и на уровне вегетативных механизмов (Казин и др. 2020; Николаева и др. 2018). В исследованиях нейродинамических показателей у группы подростков-симпатотоников наблюдалась высокая степень активации центральной нервной системы по сравнению с группой детей с ваготоническим типом, у которых данный показатель снижен, что объяснялось

низким уровнем энергетического обеспечения психомоторной деятельности. Эйтонический тип соотносится со средними значениями, однако обладает самой высокой скоростью зрительно-моторного реагирования, тем самым отличаясь более стабильным состоянием функциональных возможностей. В проведенном нами исследовании также прослеживается характерная взаимосвязь между нейрофизиологическими показателями и особенностями нервной регуляции. Снижение функционального уровня системы у детей, перенесших гипоксию в антенатальном периоде, говорит об ухудшении их произвольной реакции, в основе чего лежат процессы возбуждения, а низкая устойчивость реакции, в свою очередь, демонстрирует недостаточную устойчивость функционального состояния нервной системы, выражающуюся в более сильных колебаниях внимания. Снижение уровня функциональных возможностей, отражающее формирование адекватной инструкции функциональной системы мозга и длительного ее удержания, свидетельствует в целом о более низкой работоспособности центральной нервной системы, что сказывается на регулирующей ее деятельности (Киреев и др. 2020). В сущности, это приводит к некоторым изменениям со стороны вегетативной активности, что, собственно, продемонстрировали отклонения показателей вариабельности сердечного ритма при дисперсионном картировании электрокардиограммы, указывая на особенности мобилизационных процессов в период адаптации у таких детей (рис.).



Рис. Взаимосвязь функционального состояния сердечно-сосудистой и центральной нервной систем в процессах снижения адаптивных и резервных возможностей организма

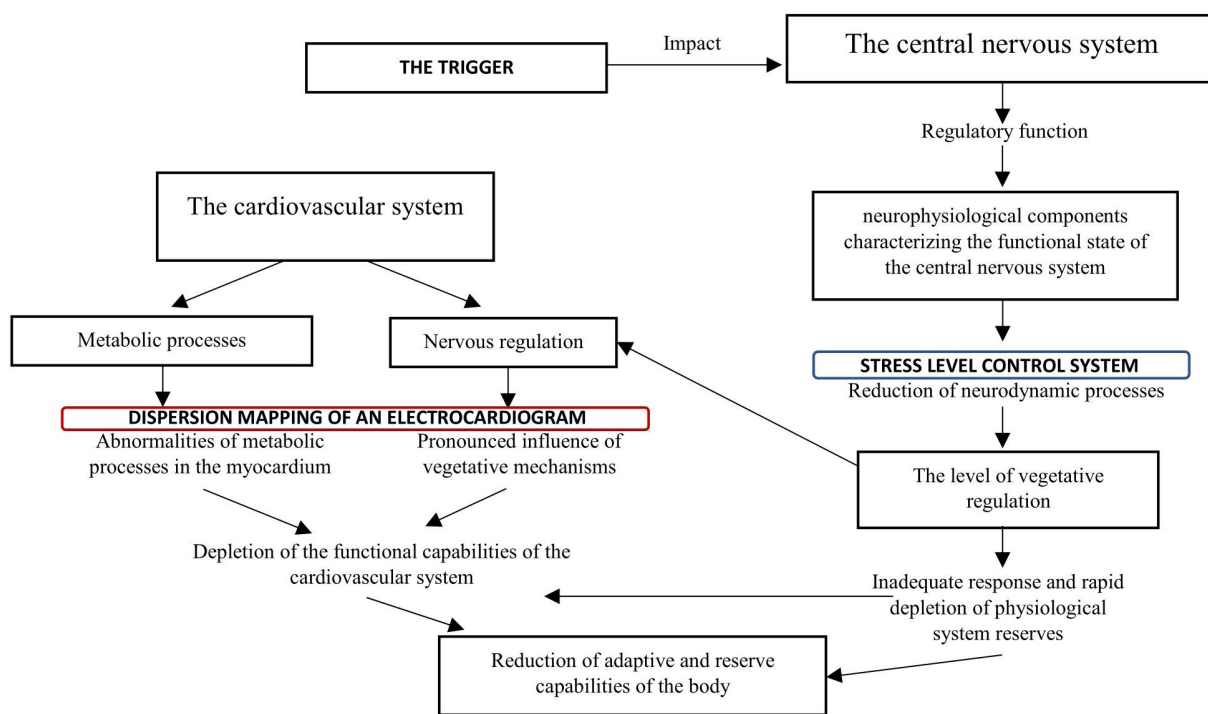


Fig. Interrelation between the functional state of the cardiovascular and central nervous systems in the diminution of systemic adaptive and reserve capacity

Таким образом, данные исследований, полученные при помощи скрининг-системы «Кардиовизор» и СКУС, позволяют комплексно и дифференцированно оценить особенности функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, учитывая патологическое воздействие внутриутробной гипоксии в контексте отдаленных процессов адаптации у воспитанников учреждений социальной сферы для несовершеннолетних.

Выводы

Воспитанники 7–11 лет учреждений социальной сферы для несовершеннолетних, перенесшие гипоксию в антенатальном периоде, отличаются сниженным порогом функциональных и адаптивных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной систем ввиду более резких изменений со стороны метаболических процессов в миокарде с одновременно более низкими нейрофизиологическими показателями, что делает их группой риска относительно развития дезадапционного синдрома в младшем школьном возрасте. Кроме того, применение физиологических методов исследования, таких как дисперсионное картирование электрокардиограммы скрининг-системой «Кардиовизор» и система контроля уровня стресса, позволяют более дифференци-

рованно подойти к оценке отдаленных процессов адаптации у детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Соответствие принципам этики

Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 года и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 2 от 23.09.2022 г.).

Ethics Approval

All studies were conducted in accordance with the principles of biomedical ethics outlined in the Helsinki Declaration of 1964 and its subsequent

revisions, and approved by the local Ethics Committee of Smolensk State Medical University (Protocol No. 2, 23 September 2022).

г. Глущенко Вероника Андреевна — редактирование и оформление статьи.

Вклад авторов

а. Сосин Денис Владимирович — анализ литературы, концепция и дизайн исследования;
б. Удовенко Александр Андреевич — сбор и обработка материала, проведение инструментальных исследований, написание статьи;
в. Шестакова Вера Николаевна — научное редактирование, оформление статьи и необходимой документации;

Author Contributions

а. Denis V. Sosin — literature analysis, research concept and design;
б. Alexander A. Udovenko — data collection and processing, instrumental research, manuscript writing;
в. Vera N. Shestakova — review and editing, manuscript formatting, project administration;
д. Veronika A. Glushchenko — manuscript formatting and editing.

Литература

- Ибрагимова, Д. Т. (2020) Влияние перинатальной гипоксии на состояние сердечно-сосудистой системы у детей. *Авиценна*, № 62, с. 16–18.
- Казин, Э. М., Варич, Л. А., Тарасова, О. Л. и др. (2020) Комплексный психофизиологический подход к оценке адаптивных возможностей обучающихся подросткового возраста с различными типами вегетативной регуляции. *Вестник Кемеровского государственного университета*, т. 22, № 2 (82), с. 444–454. <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2020-22-2-444-454>
- Казин, Э. М., Федоров, А. И., Свиридова, А. И. и др. (2015) Возрастные и типологические особенности адаптации школьников в условиях действия учебных и социально-оздоровительных факторов. *Вестник Кемеровского государственного университета*, № 2-1 (62), с. 119–124.
- Киреев, Д. Д., Решетова, С. В., Ильинский, А. А. и др. (2020) Исследование психофизиологического состояния центральной нервной системы с использованием системы контроля уровня стресса (СКУС) у подростков в возрасте 15–17 лет. *Смоленский медицинский альманах*, № 2, с. 80–84. <https://doi.org/10.37903/sma.2020.2.15>
- Лямец, Л. Л., Евсеев, А. В. (2019) Методика проверки гипотезы о нормальном распределении малой выборки в фармакологических исследованиях. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*, т. 18, № 1, с. 55–66.
- Макарова, В. И., Краева, Н. В. (2014) Скрининг-диагностика функционального состояния миокарда у подростков с артериальной гипертензией. *Международный журнал экспериментального образования*, № 5-1, с. 154–157.
- Николаева, Е. Н., Гуляева, Н. А., Колосова, О. Н. (2018) Оценка функционального состояния ЦНС по параметрам зрительно-моторных реакций у подростков. *Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке»*, т. 20, № 9, с. 32–36.
- Сосин, Д. В., Удовенко, А. А., Шестакова, В. Н. и др. (2024) Показатели системы контроля уровня стресса у детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию плода. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*, т. 23, № 1, с. 100–106. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.1.12>
- Степанова, Ю. А., Семина, В. И. (2020) Патогенетические механизмы и основные подходы доплерографической диагностики перинатальной централизации кровообращения при синдроме задержки роста плода. *Практическая медицина*, т. 18, № 2, с. 21–27. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2020-2-21-27>
- Удовенко, А. А., Шестакова, В. Н., Сосин, Д. В. и др. (2024) Оценка основных показателей, полученных при помощи дисперсионного картирования электрокардиограммы скрининговой системы «Кардиовизор» у воспитанников учреждений социальной сферы для несовершеннолетних младшего школьного возраста, перенесших хроническую гипоксию в антенатальном периоде. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*, т. 23, № 2, с. 140–147. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.2.18>
- Шестакова, В. Н., Марченкова, Ю. В., Чижова, Ж. Г. (ред.). (2020а) *Морфофункциональные особенности развития детей подросткового возраста: проблемы, перспективы и пути их решения. Книга 3, ч. 1.* Смоленск: Универсум, 514 с.
- Шестакова, В. Н., Марченкова, Ю. В., Чижова, Ж. Г. (ред.). (2020б) *Морфофункциональные особенности развития детей подросткового возраста: проблемы, перспективы и пути их решения. Книга 3, ч. 2.* Смоленск: Универсум, 344 с.

Шумов, А. В., Краева, Н. В. (2021) Оценка дисфункции вегетативной нервной системы у детей-спортсменов с помощью дисперсионного картирования электрокардиограммы. *Бюллетень медицинской науки*, № 3 (23), с. 61–65. https://doi.org/10.31684/25418475_2021_3_61

References

- Ibragimova, D. T. (2020) Vliyanie perinatal'noj gipoksii na sostoyanie serdechno-sosudistoj sistemy u detej [Influence of perinatal hypoxia on the state of the cardiovascular system in children]. *Avitsenna*, no. 62, pp. 16–18. (In Russian)
- Kazin, E. M., Fedorov, A. I., Sviridova, A. I. et al. (2015) Vozrastnye i tipologicheskie osobennosti adaptatsii shkol'nikov v usloviyakh dejstviya uchebnykh i sotsial'no-ozdorovitel'nykh faktorov [Age and typological features of school students' adaptation in terms of educational and social health factors]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta — The Bulletin of Kemerovo State University*, no. 2-1 (62), pp. 119–124. (In Russian)
- Kazin, E. M., Varich, L. A., Tarasova, O. L. et al. (2020) Kompleksnyj psikhofiziologicheskij podkhod k otsenke adaptivnykh vozmozhnostej obuchayushchikhsya podrostkovogo vozrasta s razlichnymi tipami vegetativnoj regulyatsii [Comprehensive psycho-physiological approach to the assessment of adaptive capacity of teenage schoolchildren with different types of vegetative regulation]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta — The Bulletin of Kemerovo State University*, vol. 22, no. 2 (82), pp. 444–454. <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2020-22-2-444-454> (In Russian)
- Kireev, D. D., Reshetova, S. V., Ilyinsky, A. A. et al. (2020) Issledovanie psikhofiziologicheskogo sostoyaniya tsentral'noj nervnoj sistemy s ispol'zovaniem sistemy kontrolya urovnya stressa (SKUS) u podrostkov v vozraste 15–17 let [Research of the psychophysiological state of the central nervous system using the stress level control system (SLCS) in teenagers of 15–17 years old]. *Smolenskij meditsinskij al'manakh — Smolensk Medical Almanac*, no. 2, pp. 80–84. <https://doi.org/10.37903/sma.2020.2.15> (In Russian)
- Lyamec, L. L., Evseev, A. V. (2019) Metodika proverki gipotezy o normal'nom raspredelenii maloj vyborki v farmakologicheskikh issledovaniyakh [Methods of testing the hypothesis of normal distribution of a small sample in pharmacological study]. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoj meditsinskoj akademii — Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*, vol. 18, no. 1, pp. 55–66. (In Russian)
- Makarova, V. I., Kraeva, N. V. (2014) Skrining-diagnostika funktsional'nogo sostoyaniya miokarda u podrostkov s arterial'noj gipertenziej [Screening and diagnosis of the functional state of the myocardium in adolescents with arterial hypertension]. *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, no. 5-1, pp. 154–157. (In Russian)
- Nikolaeva, E. N., Gulyaeva, N. A., Kolosova, O. N. (2018) Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya TsNS po parametram zritel'no-motornykh reaktsij u podrostkov [Evaluation of the functional state of the central nervous system on parameters of visual-motor reactions in adolescents]. *Zhurnal nauchnykh statej “Zdorove i obrazovanie v XXI veke” — The Journal of Scientific Articles “Health and Education Millennium”*, vol. 20, no. 9, pp. 32–36. (In Russian)
- Shestakova, V. N., Marchenkova, Yu. V., Chizhova, Zh. G. (eds.). (2020a) *Morfofunktsional'nye osobennosti razvitiya detej podrostkovogo vozrasta: problemy, perspektivy i puti ikh resheniya [Morphofunctional features of the development of adolescent children: Problems, prospects and ways to solve them]. Book 3, Pt 1.* Smolensk: Universum Publ., 514 p. (In Russian)
- Shestakova, V. N., Marchenkova, Yu. V., Chizhova, Zh. G. (eds.). (2020b) *Morfofunktsional'nye osobennosti razvitiya detej podrostkovogo vozrasta: problemy, perspektivy i puti ikh resheniya [Morphofunctional features of the development of adolescent children: Problems, prospects and ways to solve them]. Book 3, Pt 2.* Smolensk: Universum Publ., 344 p. (In Russian)
- Shumov, A. V., Kraeva, N. V. (2021) Otsenka disfunktsii vegetativnoj nervnoj sistemy u detej-sportsmenov s pomoshch'yu dispersionnogo kartirovaniya elektrokardiogrammy [ECG dispersion mappings in assessment of autonomic nervous system dysfunction in child athletes]. *Byulleten' meditsinskoj nauki*, no. 3 (23), pp. 61–65. https://doi.org/10.31684/25418475_2021_3_61 (In Russian)
- Sosin, D. V., Udoenko, A. A., Shestakova, V. N. et al. (2024) Pokazateli sistemy kontrolya urovnya stressa u detej mladshogo shkol'nogo vozrasta, vospityvayushchikhsya v uchrezhdeniyakh sotsial'noj sfery, perenesshikh khronicheskuyu vnutritrobnuyu gipoksiyu ploda [Indicators of the stress control system in primary school-age children brought up in social institutions who have suffered from chronic intrauterine fetal hypoxia]. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoj meditsinskoj akademii*, vol. 23, no. 1, pp. 100–106. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.1.12> (In Russian)
- Stepanova, Yu. A., Semina, V. I. (2020) Patogeneticheskie mekhanizmy i osnovnye podkhody dopplerovskoj diagnostiki perinatal'noj tsentralizatsii krovoobrashcheniya pri sindrome zaderzhki rosta ploda [Pathogenetic mechanisms and basic approaches to Doppler diagnostics of perinatal centralization of blood circulation in fetal growth restriction syndrome]. *Prakticheskaya meditsina — Practical Medicine*, vol. 18, no. 2, pp. 21–27. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2020-2-21-27> (In Russian)

Udoenko, A. A., Shestakova, V. N., Sosin, D. V. et al. (2024) Otsenka osnovnykh pokazatelej, poluchennykh pri pomoshchi dispersionnogo kartirovaniya elektrokardiogrammy skringovoj sistemy "Kardiovizor" u vospitannikov uchrezhdenij sotsial'noj sfey dlya nesovershennoletnikh mladshogo shkol'nogo vozrasta, perenesshikh khronicheskuyu gipoksiyu v antenatal'nom periode [Evaluation of the main indicators obtained using dispersion mapping of the electrocardiogram of the screening system "Cardiovisor" in pupils of social institutions for minors of primary school age who have suffered chronic fetal hypoxia in the antenatal period]. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoj meditsinskoj akademii — Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*, vol. 23, no. 2, pp. 140–147. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.2.18> (In Russian)