



Оригинальное исследование
УДК 616.12-073.8-053.1
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-4>

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ И ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ДЕТЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ВНУТРИУТРОБНУЮ ГИПОКСИЮ

Михаил Николаевич Перцев

Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия, mishanya_percev@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0009-2729-1323>

Аннотация. Исследовали особенности электрокардиограммы и эхокардиографии у детей в периоде новорождённости и в возрасте 1-3 лет, перенесших антенатальную гипоксию. Были выявлены тенденции к большей частоте нарушений проводимости, а именно полной и неполной блокад правой и левой ножек пучка Гиса у детей с антенатальной гипоксией в сравнении с контролем, как у новорожденных, так и в возрастной группе 1-3 лет. Установлено, что, по данным электрокардиограммы медианы значений интервалов RR, QTc и QT в возрастной группе 1-3 лет с антенатальной гипоксией были значимо короче, чем у условно здоровых детей того же возраста в 1,15 раза. Статистически значимые различия имела и величина угла альфа, медианная величина которого у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе отличалась в 1,18 раз от данных группы контроля. Среди условно здоровых новорожденных в сравнении с детьми с антенатальной гипоксией в анамнезе были выявлены статистически значимые отличия по большинству параметров, характеризующих геометрические размеры сердца и его отделов, которые нивелировались к возрасту 1-3 лет по большинству параметров. Гемодинамические показатели у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе характеризовались снижеными значениями ударного объема и минутного объема крови в 1,5 и 1,62 раза соответственно, при одновременно равных значениях фракции выброса. В возрастной группе 1-3 лет различие по значениям ударного и минутного объемов крови между группами условно здоровых детей и антенатальной гипоксией в анамнезе сокращалось, но оставалось статистически значимым ($p=0,0005$ и $p=0,009$ соответственно). Полученные данные позволяют предположить, что постгипоксические повреждения миокарда имеют особенности в различных возрастных группах и могут быть использованы для контроля процессов ремоделирования и адаптации у данной группы пациентов.

Ключевые слова: миокард, внутриутробная гипоксия, электрокардиография, эхокардиография

Для цитирования: Перцев М.Н. Особенности электрокардиографии и эхокардиографии у детей, перенесших внутриутробную гипоксию / М.Н. Перцев // Дальневосточный медицинский журнал. – 2025. – № 3. – С. 33-39.
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-4>.

PECULIARITIES OF ELECTROCARDIOGRAMS AND ECHOGRAMS IN CHILDREN WHO HAVE SUFFERED INTRAUTERINE HYPOXIA

Mikhail N. Pertsev

Far Eastern State Medical University, Khabarovsk Russia, mishanya_percev@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0009-2729-1323>

Abstract. The article examines the features of electrocardiogram and echocardiography in newborns and children I the age group from 1 to 3 with the history of antenatal hypoxia. We found the tendency to a higher frequency of conduction disturbances, namely, complete and incomplete blockade of the right and left branches of the His bundle in children with antenatal hypoxia, both in newborns and in the age group of 1-3 years. It was revealed that, according to the electrocardiogram data, the median values of the QTc and QT intervals in the age group of 1-3 years with antenatal hypoxia were significantly shorter than those in healthy children of the same age. The RR interval in the age group of 1-3 years with antenatal hypoxia was significantly longer than in the group of healthy children of the same age by 1,15 times. Statistically significant differences were also observed in the alpha angle value, the median value of which in healthy newborns was within the normal range and differed from that in newborns with a history of antenatal hypoxia by 1,18 times. In newborns, statistically significant differences in the study population of children between healthy children and children with a history of antenatal hypoxia were revealed for the most parameters characterizing the geometric dimensions of the heart and its sections. Nevertheless, by the age of 1-3 years, differences in those parameters between



the groups of children are basically absent. Hemodynamic parameters in newborns were characterized by reduced values of stroke volume and minute blood volume by 1,5 and 1,62 times in children with a history of antenatal hypoxia, with equal values of ejection fraction. However, it should be noted that in the age group of 1-3 years, the difference in the values of stroke volume and minute blood volume between the groups of healthy children and with a history of antenatal hypoxia statistically begins to decrease, but still remains statistically significant ($p=0,0005$ and $p=0,009$, respectively). The data obtained suggest that post-hypoxic myocardial damage has features in different age groups and can be used to control the processes of remodeling and adaptation in this group of patients.

Keywords: myocardium, intrauterine hypoxia, electrocardiography, echocardiography

For citation: Pertsev M.N. Peculiarities of electrocardiograms and echograms in children who have suffered intrauterine hypoxia / M.N. Pertsev // Far Eastern medical journal. – 2025. – № 3. – P. 33-39. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2025-3-4>.

У детей, перенесших внутриутробную гипоксию, часто (до 70 %) встречаются нарушения сердечно-сосудистой системы, занимая одно из ведущих мест в структуре заболеваемости новорожденных, нередко являются причиной серьезных заболеваний детей более старшего возраста и взрослых [1, 2].

Клинические симптомы постгипоксических нарушений сердечно-сосудистой системы (ССС) у новорожденных детей неспецифичны, что создает необходимость проведения дифференциальной диагностики с врожденными аномалиями развития сердца, кардитами, кардиомиопатиями, цереброкардиальным синдромом и др., а также поиска универсального скрининга для контроля за данной группой пациентов [2, 3, 4, 5].

Антенатальная гипоксия может привести к задержке развития миокарда. Особенно чувствительными к кислородной недостаточности оказываются сократительные кардиомиоциты субэндокардиального слоя и папиллярные мышцы. Именно здесь расположены кардиомиоциты, относящиеся к периферическому отделу проводящей системы сердца. При гипоксии истощаются энергетические резервы миокарда и повреждается циркуляция, возникают гипотензия, венозная гипертензия, миокардиальная ишемия [6]. По мнению В.И. Лим с соавторами (2020), чем дольше внутриутробно диагностируются гипоксические явления у плода, тем чаще диагностируются поражения сердечно-сосудистой системы у плода и новорожденного и протекают тяжелее [7]. Исследованиями Лебеденко А.А. с соавторами (2017) доказано, что при хронической внутриутробной гипоксии в условиях

выраженного метаболического дефицита значительно страдает насосная функция сердца плода и новорожденного, снижаются компенсаторные способности сердечной деятельности, клинически выражющиеся в виде «скрытой сердечной недостаточности» и определяется раннее повреждение систолической и диастолической функции миокарда [8].

Общедоступными методами диагностики состояния сердечно-сосудистой системы являются электрокардиография и эхокардиография. При проведении электрокардиографии (ЭКГ) возможно выявление признаков перегрузки/гипертрофии предсердий и/или желудочков сердца; нарушения сердечного ритма и проводимости; нарушения процессов реполяризации миокарда. Допплер-эхокардиография позволяет верифицировать ВПС и патологию коронарных сосудов (аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочного ствола) и уточнить гемодинамические параметры нарушений, оценить систолическую и диастолическую функцию сердечной мышцы, выявить признаки дилатации и гипертрофии миокарда, легочной гипертензии, диагностировать патологию перикарда, в том числе выпот в полости перикарда как один из симптомов правожелудочковой СН [9]. В связи с этим, совершенствование диагностики патологии ССС у пациентов с антенатальной гипоксией в анамнезе остаётся актуальным.

Цель настоящего исследования – изучение особенностей электрокардиограммы и ЭхоКГ у новорожденных и детей раннего возраста с антенатальной гипоксией в анамнезе.

Материалы и методы

Исследование выполнено на кафедре педиатрии, неонатологии и перинатологии с курсом неотложной медицины (зав. кафедрой, д. м. н., проф. О.А. Сенькович) Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДВГМУ Минздрава России). Клиническая часть исследования выполнена на базе родовспомогательных учреждений министерства здравоохранения Хабаровского края, г. Хабаровск:

КГБУЗ Родильный дом № 1, КГБУЗ Родильный дом № 2, КГБУЗ Родильный дом № 4, КГБУЗ «Перинатальный центр» имени профессора Г.С. Постола. Поставленные в работе цели и задачи определили этапы исследования, выбор методических приемов, обследуемый контингент и объем исследований.

Исследование велось двумя этапами: на первом этапе были обследованы дети в период новорожденности (основная группа: 60 новорожденных детей с перенесенной внутриутробной гипоксией; группа контроля: 40 условно здоровых новорожденных),



Второй этап: дети раннего возраста (60 детей 1-3 лет с внутриутробной гипоксией в анамнезе; группа контроля: 40 здоровых на момент проведения исследования детей 1-3 лет).

При анализе особенностей состояния новорожденных детей, перенесших антенатальную гипоксию, учитывали антропометрические показатели ребенка при рождении, его пол, возраст матери при рождении, ее акушерско-гинекологический и соматический анамнез, течение беременности и родов, диагноз при рождении, данные о неонатальной реанимации и интенсивной терапии, результаты лабораторных и клинических исследований.

Критерии включения в исследование:

- новорожденные со сроком гестации 37 (0/7)-41 (6/7) недели беременности;
- дети 1-3 лет жизни, перенесшие антенатальную гипоксию в анамнезе, условно здоровые на момент проведения исследования;
- возраст на момент проведения исследования: 1-3 дня жизни и 1-3 года;
- установленный диагноз «хроническая внутриутробная гипоксия» в анамнезе;
- удовлетворительное состояние при рождении;
- условно здоровые на момент проведения исследования новорожденные и дети 1-3 лет без антенатальной гипоксии в анамнезе, острых и хронических заболеваний, имеющие 1-2 группу здоровья (группа контроля);
- разрешение родителей пациента на сотрудничество с исследователем.

Критерии невключения: асфиксия при рождении, СЗРП, ВПР, инфекционные заболевания, тяжелое состояние при рождении, вызванное любыми причинами; возраст старше 3 суток жизни (1 этап) или 3 лет (2 этап).

Формулировка диагноза проводилась в соответствии с действующей на момент проведения исследования классификацией МКБ-10. Сбор данных был основан на результатах клинического и лабораторного обследования по специально разработанной форме с использованием стандартных учетных форм.

Результаты и обсуждение

Все новорожденные дети, включенные в наше исследование, родились у матерей, которым во время беременности был установлен диагноз «хроническая внутриутробная гипоксия плода» по критериям, принятым в акушерстве. Дети были условно здоровы на момент проведения исследования, не имели клинических проявлений патологии сердечно-сосудистой системы, родились со средними показателями физического развития, соответствующими сроку гестации. Оценка по шкале Апгар была $7,8 \pm 1,0$ баллов на первой минуте жизни и $8,4 \pm 0,9$ баллов на пятой минуте жизни. Все дети были приложены к груди матери в родильном зале, находились на совместном пребывании с матерью и были своевременно выписаны

Исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО ДВГМУ Минздрава России (протокол № 1 от 15.11.2021).

Электрокардиография была выполнена по стандартной методике с регистрацией биопотенциалов сердца в покое на 12 отведений, скорость записи 50 мм/с, контрольный 10 мм/мВ. Регистрация ЭКГ выполнена с помощью электрокардиографа ЭК1Т-1/3-07 Аксион (ООО Концерн «Аксион» г. Ижевск, Россия).

Эхокардиография выполнена по стандартной методике с помощью аппарата УЗИ Mindray Consona N7 (Mindray, Китай).

Статистическую обработку полученных данных выполняли в программе «Statistica 6.0». Результаты исследования представлены в виде средней (M), стандартного отклонения (SD), относительной величины, %. Статистическую значимость различий в группах исследования оценивали по t-критерию Стьюдента для независимых выборок с нормальным распределением данных. Сравнение количественных показателей в подгруппах проводили с использованием критерия Манна-Уитни при попарном сравнении данных. Взаимосвязи признаков между собой оценивали с помощью ранговой корреляции Кендалла тау-Б, учитывая тесноту связи и уровень статистической значимости коэффициента корреляции. Практически значимой считали тесноту связи между признаками не менее 0,3 ($r \geq 0,3$). Собственно меру степени связи характеризовали по классификации тесноты корреляционных связей (по Ивантер Э.В., Коросов А.В., 1992), как: сильная (или тесная) при коэффициенте корреляции $R > 0,70$; средняя при $0,50 < R < 0,69$; умеренная при $0,30 < R < 0,49$; слабая при $0,20 < R < 0,29$; очень слабая при $R < 0,19$. Для проведения исследования средней точности с уровнем значимости 0,05 и мощностью 80 %, используя оценку доверительного коэффициента и предельно допустимой ошибки при случайном методе формирования выборки с числом генеральной совокупности до 60 тысяч, применения методик Мерковой-Поляковой, формулы для повторного отбора, методики Лера для средних величин и нанограммы Альтмана был рассчитан необходимый объем выборки.

из родильного дома с диагнозом по МКБ-10 Z.38.0 (один ребенок, рожденный в стационаре).

Дети раннего возраста (1-3 года) имели 1-2 группу здоровья, установленную педиатром в ходе текущего профилактического осмотра, были условно здоровы на момент проведения исследования, не было зарегистрировано острых заболеваний, нарушения физического развития и вакцинального календаря.

По всем возрастным, клиническим и анамнестическим характеристикам дети обеих возрастных групп не имели статистически значимых различий ($p > 0,1$) по всем анализируемым параметрам.

По характеру сердечного ритма у подавляющего большинства детей был отмечен нормальный



синусовый ритм, но у детей в возрасте 1-3 лет с антенатальной гипоксией в анамнезе были отмечены единичные случаи фибрилляции предсердий (табл. 1), однако они не были статистически значимы по частоте

регистрации ($p=0,513$ для точного теста Фишера; 95 % ДИ=0,000; 7,859). Тем не менее, это позволяет предполагать возможное развитие такой тенденции на больших по размеру популяционных выборках.

Таблица 1 – Характеристика качественных ЭКГ-параметров (характер сердечного ритма) у детей исследуемой популяции (абс., %)

Группы		Условно здоровые, новорожд.	Условно здоровые, 1-3 года	Антенат. гипоксия, новорожд.	Антенат. гипоксия, 1-3 года	Всего
Характер сердечного ритма	Синусовый	40 (100)	40 (100)	59 (100)	57 (96,6)	196 (99,0)
	Фибрилляция предсердий	0	0	0	2 (3,4)	2 (1,0)

Также у детей с антенатальной гипоксией были зарегистрированы тенденции к более чем двух- и трехкратному превышению частоты случаев отклонения электрической оси сердца как в периоде новорожденности ($p=0,1737$ для точного теста Фишера; 95 %

ДИ=0,1641; 1,3555), так и среди детей возрастной группы 1-3 лет ($p=0,0623$ для точного теста Фишера; 95 % ДИ=0,1097; 1,1201) относительно групп условно здоровых детей соответствующего возраста (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика качественных ЭКГ-параметров (электрическая ось сердца) у детей исследуемой популяции (абс., %)

Группы		Условно здоровые, новорожд.	Условно здоровые, 1-3 года	Антенат. гипоксия, новорожд.	Антенат. гипоксия, 1-3 года	Всего
Электрич. ось сердца	норма	32 (80,0)	34 (85,0)	39 (66,1)	40 (67,8)	145 (73,2)
	отклонена	8 (20,0)	6 (15,0)	20 (33,9)	19 (32,2)	53 (26,8)
Всего детей		40	40	59	59	198

Были выявлены тенденции к большей частоте нарушений проводимости и блокад (полной и неполной) правой и левой ножек пучка Гиса у детей с антенатальной гипоксией, причем как среди новорожденных, так и среди возрастной группы 1-3 лет (табл. 3). При этом частота неполных блокад правой

ножки пучка Гиса у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе составляла 15,6 %, тогда как у условно здоровых новорожденных такого рода блокад не было вовсе ($p=0,0198$ для точного теста Фишера; 95 % ДИ=0,000; 0,806).

Таблица 3 – Характеристика качественных ЭКГ-параметров (правая ножка пучка Гиса) у детей исследуемой популяции (абс., %)

Группы		Условно здоровые, новорожд.	Условно здоровые, 1-3 года	Антенат. гипоксия, новорожд.	Антенат. гипоксия, 1-3 года	Всего
ПН пучка Гиса	норма	32 (80,0)	34 (85,0)	34 (57,6)	43 (72,9)	143 (72,2)
	нарушение проводимости	8 (20,0)	6 (15,0)	12 (20,3)	8 (13,6)	34 (17,2)
	неполная блокада	0	0	8 (13,6)	5 (8,5)	13 (6,6)
	полная блокада	0	0	5 (8,5)	3 (5,1)	8 (4,0)
	Всего детей	40	40	59	59	198

Характеристика электрической систолы не имела каких-то явных тенденций ни в одной из групп детей.

Нарушения сердечного ритма, в основном были представлены синусовой тахикардией во всех группах детей, однако в возрастной группе 1-3 года детей с антенатальной гипоксией в анамнезе были зарегистрированы случаи фибрилляции предсердий, а также

трехкратно большая частота синусовой тахиаритмии (табл. 4) по сравнению с условно здоровыми детьми того же возраста. Несмотря на то, что все выявленные нарушения ритма имели лишь характер тенденций, это также может иметь определенное клинико-прогностическое значение.

Таблица 4 – Характеристика качественных ЭКГ-параметров (нарушения ритма) у детей исследуемой популяции (абс., %)

		Группа детей				Всего
		условно здоровые, новорожд.	условно здоровые, 1-3 года	антенат. гипоксия, новорожд.	антенат. гипоксия, 1-3 года	
Нарушения ритма	норма	29 (72,5)	33 (82,5)	40 (67,8)	35 (59,3)	137 (69,2)
	синусовая тахикардия	11 (27,5)	4 (10,0)	14 (23,7)	13 (22,0)	42 (21,2)
	синусовая тахиаритмия	0	3 (7,5)	5 (8,5)	9 (15,3)	17 (8,6)
	фибрилляция предсердий	0	0	0	2 (3,4)	2 (1,0)
	Всего детей	40	40	59	59	198



Частота сердечных сокращений у условно здоровых новорожденных и новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе статистически не различалась ($p=0,098$), но в возрастной группе 1-3 лет было отмечено статистически значимое, на 10 сокращений/мин., увеличение ЧСС в пользу детей с антенатальной гипоксией в анамнезе – в среднем 128 уд/мин. ($p=0,00002$).

Зубец Р в возрастной группе 1-3 лет также имел статистически значимого различия у детей с антенатальной гипоксией в анамнезе и в контрольной группе: медианы его значений в группах детей составили 60 и 65 мм соответственно ($p=0,00002$).

Интервал PQ в возрастной группе 1-3 лет не имел статистических различий между группами детей с антенатальной гипоксией в анамнезе и без таковой.

Также в возрастной группе 1-3 лет с антенатальной гипоксией был значимо длиннее комплекс QRS, медианное значение которого превышало таковое у условно здоровых детей того же возраста в 1,14 раза ($p<0,00001$), составив 89,0 [80,00; 110,00] мс.

Помимо этого, медианы значений интервалов QTc и QT у детей 1-3 лет с антенатальной гипоксией были значимо короче, чем у условно здоровых детей того же возраста, в 1,04 и 1,05 раза соответственно ($p=0,02896$ и $p=0,00011$ соответственно). У новорожденных детей значимых различий по величинам интервалов QTc и QT не отмечено ($p=0,766$ и $p=0,321$ соответственно).

Таблица 5 – Характеристика количественных параметров геометрии сердца и гемодинамических показателей у детей исследуемой популяции ($M \pm SD$)

Параметры	Условно здоровые, новорожд. (N=40)	Антенат. гипоксия, новорожд. (N=59)	Уровень значимости различий (p)	Условно здоровые, 1-3 года (N=40)	Антенат. гипоксия, 1-3 года (N=59)	Уровень значимости различий (p)
АО, см	1,0±0,11	0,8±0,07	$p<0,00001$	1,4±0,15	1,5±0,17	0,532
ЛП, см	1,0±0,16	0,8±0,09	$p<0,00001$	1,7±0,14	1,7±0,29	0,952
ПЖ, см	0,9±0,06	0,8±0,08	$p<0,00001$	1,3±0,09	1,5±0,52	0,129
ПП, см	1,5±0,02	1,7±0,09	$p<0,00001$	2,6±	2,2±	0,083
ЛА, см	0,9±0,08	0,7±0,08	$p<0,00001$	1,4±0,12	1,4±0,20	0,165
МЖП, см	0,4±0,04	0,6±0,03	$p<0,00001$	0,5±0,07	0,6±0,16	0,012
ЗСЛЖ, см	0,4±0,05	0,5±0,03	$p<0,00001$	0,3±0,05	0,4±0,16	0,135
ПСПЖ, см	-	0,4±0,03	-	0,3±0,08	0,3±0,13	0,061
ЛЖ _{диаст.} , см	1,7±0,32	1,1±0,11	$p<0,00001$	2,6±0,07	2,9±0,52	0,010
ЛЖ _{сист.} , см	1,1±0,13	1,8±0,09	$p<0,00001$	1,6±0,06	1,7±0,23	0,008
ЧСС уд. в мин.	142,7±7,61	147,1±4,82	$p=0,0002$	122,3±2,23	123,7±4,59	0,344
УО	8,1±1,04	5,7±0,11	$p<0,00001$	16,5±1,34	19,5±4,31	0,0005
МОК л/мин.	1,3±0,42	0,8±0,05	$p<0,00001$	2,3±0,25	2,8±2,70	0,009
ФВ	0,7±0,03	0,7±0,05	$p=0,476$	0,7±0,04	0,7±0,04	0,139

Среди новорожденных между условно здоровыми детьми и детьми с антенатальной гипоксией в анамнезе статистически значимые различия в исследуемой популяции детей выявлены по большинству параметров, характеризующих геометрические размеры сердца и его отделов, но к достижению возраста 1-3 лет различия по этим параметрам между группами детей в основном отсутствовали.

Гемодинамические показатели у новорожденных характеризовались сниженными значениями ударного объема и минутного объема крови в 1,5 и 1,62 раза

Интервал RR в возрастной группе 1-3 лет с антенатальной гипоксией был значимо длиннее, чем в группе условно здоровых детей того же возраста, в 1,15 раза ($p<0,00001$), тогда как у новорожденных детей значимых различий по величине интервала RR не выявлено.

Статистически значимые различия имела и величина угла альфа, медианная величина которого у условно здоровых новорожденных была в пределах нормальных значений и отличалась у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе в 1,18 раза (67,5 [65,00; 75,00] против 80,0 [75,00; 85,00] градусов, $p=0,000003$). При этом величина моды угла альфа, как самого частого значения в выборке, равнялась 65 градусам у условно здоровых новорожденных и 85 градусам у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе, что свидетельствует о существенном сдвиге электрической оси сердца в вертикальное положение у новорожденных, перенесших антенатальную гипоксию.

Вместе с тем, к возрасту 1-3 лет это различие нивелировалось и величины угла альфа становились фактически одинаковыми ($p=0,27798$), независимо от наличия или отсутствия антенатальной гипоксии в анамнезе.

Описательная статистика по всем измеренным в группах детей количественным параметрам геометрии сердца и гемодинамических показателей приведена в таблице 5.

($p<0,00001$ в обоих случаях) у детей с антенатальной гипоксией в анамнезе, при одновременно равных значениях фракции выброса ($p=0,476$). Но в возрастной группе 1-3 лет различие по значениям ударного и минутного объемов крови между группами условно здоровых детей и антенатальной гипоксией в анамнезе сокращалось, но оставалось статистически значимым ($p=0,0005$ и $p=0,009$ соответственно).

По качественным ЭКГ-параметрам отмечены две слабые прямые ($R=0,261$ и $R=0,209$) корреляционные связи для правой и левой ножек пучка Гиса



и наличием антенатальной гипоксии в анамнезе у детей в возрасте 1-3 лет, при этом у новорожденных такой связи не отмечено. Интегральный ЭКГ-диагноз «Нарушения ритма», судя по слабой прямой ($R=0,236$) связи у детей в возрасте 1-3 лет, был более характерен для этой возрастной группы, поскольку у новорожденных такой связи также не отмечено.

Также в группе детей 1-3 лет выявлена прямая умеренная ($R=0,344$) связь между инверсией в ЭКГ-отведении aVR и наличием антенатальной гипоксии в анамнезе.

По количественным ЭКГ-параметрам для новорожденных каких-либо взаимосвязей между антенатальной гипоксией в анамнезе и ЭКГ-параметрами установить не удалось, за исключением наличия прямой умеренной ($R=0,403$) связи между величиной угла альфа и гипоксией в анамнезе. Однако в возрастной группе 1-3 лет были выявлены умеренные ($0,30 < R < 0,49$) прямые и обратные связи для всех анализируемых ЭКГ-параметров с антенатальной гипоксией, на основе которых у детей с антенатальной гипоксией в анамнезе можно ожидать меньших величин зубца Р и интервала QT, и больших величин комплекса QRS и интервала RR, чем у условно здоровых детей такого же возраста.

Для ультразвуковых ЭхоКГ-параметров у детей в возрасте 1-3 лет были отмечены лишь три прямых слабых ($0,20 < R < 0,29$) связи между антенатальной гипоксией в анамнезе и размерами МЖП (толщина межжелудочковой перегородки), $LJ_{диаст.}$ (размер левого желудочка в диастолу) и $LJ_{сист.}$ (размер полости левого желудочка в систолу).

У новорожденных детей наличие в анамнезе антенатальной гипоксии демонстрировало значительное количество средних ($R > 0,5$) и сильных ($R > 0,7$) корреляционных связей практически по всем ЭхоКГ-параметрам: так, при наличии в анамнезе антенатальной гипоксии было характерным снижение величин

AO (основание аорты) ($R=-0,486$), $LП$ (размер полости левого предсердия) ($R=-0,655$), $PЖ$ (размер полости правого желудочка) ($R=-0,639$), LA (размер лёгочной артерии) ($R=-0,705$) и $LJ_{диаст.}$ (размер левого желудочка в диастолу) ($R=-0,697$), а также увеличение значений таких параметров, как $PП$ (размер полости правого предсердия) ($R=0,411$), $MЖП$ (толщина межпредсердной перегородки) ($R=0,755$), $ZСЛЖ$ (толщина задней стенки левого желудочка) ($R=0,681$) и $LJ_{сист.}$ (размер полости левого желудочка в систолу) ($R=0,739$).

Среди гемодинамических параметров корреляционные связи имелись почти у половины значений между ними и антенатальной гипоксией в анамнезе, но, по мере увеличения возраста, характер связи менялся на противоположный почти для всех параметров. Так, у новорожденных отмечены сильные отрицательные связи гипоксии и параметров ударного объема ($R=-0,721$) и минутного объема крови ($R=-0,715$), что демонстрирует меньшие значения двух вышеуказанных параметров относительно условно здоровых детей при гипоксии в анамнезе. Также у новорожденных отмечена умеренная (почти слабая) связь для ЧСС ($R = 0,313$) в виде больших значений ЧСС при гипоксии в анамнезе, при отсутствии связи для фракции выброса, что может не иметь клинического значения.

Напротив, у детей в возрасте 1-3 лет установлена обратная, чем у новорожденных, зависимость: детям с антенатальной гипоксией в анамнезе были свойственны большие величины ударного объема ($R = 0,306$) и минутного объема крови ($R = 0,229$), при том, что ЧСС и фракция выброса с гипоксией в анамнезе не коррелировали. Тем не менее, вышеуказанные корреляционные связи для возраста 1-3 лет фактически являются слабыми, и потому в реальных условиях могут отсутствовать вовсе.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование позволило установить у новорожденных с антенатальной гипоксией в анамнезе геометрические особенности строения сердца: меньшие значения размера легочной артерии и левого желудочка в диастолу, основания аорты, размеры полости левого предсердия и правого желудочка наряду с большими значениями толщины межжелудочковой перегородки, задней стенки левого желудочка и размером полости левого желудочка в систолу относительно условно здоровых детей. Для новорожденных детей с антенатальной гипоксией также характерны меньшие величины гемодинамических параметров ударного объема и минутного объема крови, нарушения проводимости по типу неполной блокады правой ножки пучка Гиса, в то время как у контрольной группы таких нарушений не выявлено.

У новорожденных и детей 1-3 лет с внутриутробной гипоксией в анамнезе установлено статистически

значимое отклонение ЭОС и увеличение угла альфа по сравнению с контрольной группой.

Отмечается статистически значимое увеличение продолжительности зубца Р, комплекса QRS и интервала RR у пациентов в возрасте 1-3 года с антенатальной гипоксией в анамнезе в сравнении с контролем. В возрастной группе 1-3 года детей с антенатальной гипоксией в анамнезе были зарегистрированы случаи фибрилляции предсердий, а также трехкратно большая частота синусовой тахиаритмии, по сравнению с условно здоровыми детьми того же возраста.

Проведенное исследование и выявленные изменения основных параметров деятельности ССС у новорожденных и детей раннего возраста, подвергшихся воздействию антенатальной гипоксии, но не имеющих клинических проявлений нарушения ССС, имеет клиническое и прогностическое значение и дает основание для изменения программы диспансеризации детей раннего возраста с антенатальной гипоксией в анамнезе.



Список источников

1. Прахов А.В. Неонатальная кардиология. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородской госмедакадемии. – 2017. – С. 96-112.
Prakhov A.V., Neonatal cardiology. N. Novgorod: Publishing House of the Nizhny Novgorod State Medical Academy. – 2017. – P. 96-112.
2. Razaz N., Norman M., Alfvén T., Cnattingius S. Low Apgar score and asphyxia complications at birth and risk of longer-term cardiovascular disease: a nationwide population-based study of term infants // The Lancet Regional Health – Europe. – 2022. – Vol. 24. – P. 100532. DOI: 10.1016/j.lanepe.2022.100532.
3. Науменко Е.И., Гришуткина И.А., Самошкина Е.С., Акашкина Е.Ю., Широкова А.А., Тягушева Е. Состояние сердечно-сосудистой системы у новорожденных с перебральной ишемией // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31800> (дата обращения: 27.07.2023). DOI: 10.17513/spno.31800.
Naumenko E.I., Grishutkina I.A., Samoshkina E.S., Akashkina E.Yu., Shirokova A.A., Tyagusheva E. The state of the cardiovascular system in newborns with cerebral ischemia // Modern Problems of Science and Education. – 2022. – № 3. [Electronic resource]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31800> (Date of access: 07/27/2023). DOI: 10.17513/spno.31800.
4. Назарова М.В. Клинико-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы у детей с гипоксически-ишемическим поражением центральной нервной системы в динамике первого года жизни: дис. ... канд. мед. наук. – Челябинск, 2018. – 162 с.
Nazarova M.V. Clinical and functional characteristics of the cardiovascular system in children with hypoxic-ischemic damage to the central nervous system in the dynamics of the first year of life: dis. ... candidate of medical sciences. – Chelyabinsk, 2018. – 162p.
5. Бокерия Е.Л., Шумакова О.В., Караваева А.Л., Тимофеева Л.А., Макиева М.И., Зубков В.В. Эффективность неонатального скрининга на критические врожденные пороки сердца путем двузонного измерения систолического артериального давления и сатурации // Доктор.Ру. – 2024. – № 23 (6). – С. 13-21.
Bokeria E.L., Shumakova O.V., Karavaeva A.L., Timofeeva L.A., Makieva M.I., Zubkov V.V. Efficiency of neonatal screening for critical congenital heart defects by two-zone measurement of systolic blood pressure and saturation // Doctor.Ru. – 2024. – № 23 (6). – P. 13-21.
6. Бокерия Е.Л. Фетальные тахиаритмии: современное состояние проблемы // Доктор.Ру. – 2021. – № 20 (8). – С. 64-69.
Bokeria E.L. Fetal tachyarrhythmias: current state of the problem // Doctor.Ru. – 2021. – № 20 (8). – P. 64-69.
7. Лим В.И., Аллаёрова Х.А., Шавази М.Н., Муродова Д.А., Абдухалик-Заде Г.А. Факторы риска, клинико-инструментальные и лабораторные признаки патологии сердца у новорожденных, перенесших гипоксию // Достижения науки и образования. – 2020. – № 3 (57). – С. 98-103.
Lim V.I., Allaerova H.A., Shavazi M.N., Murodova D.A., Abdughalik-Zade G.A. Risk factors, clinical, instrumental and laboratory signs of cardiac pathology in newborns who have suffered hypoxia // Achievements of Science and Education. – 2020. – № 3 (57). – P. 98-103.
8. Лебеденко А.А., Тараканова Т.Д., Козырева Т.Б., Левчин А.М., Аверкина Л.А. Динамика структурных и функциональных параметров сердца у детей первого года жизни, перенесших транзиторную ишемию миокарда в раннем неонатальном периоде // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – № 1. – С. 53-59.
Lebedenko A.A., Tarakanova T.D., Kozyreva T.B., Levchin A.M., Averkina L.A. Dynamics of structural and functional parameters of the heart in children of the first year of life who suffered transient myocardial ischemia in the early neonatal period // Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. – 2017. – № 1. – P. 53-59.
9. Бокерия Е.Л., Шумакова О.В., Иванец Т.Ю., Казанцева И.А. Диагностика и лечение хронической сердечной недостаточности у новорожденных // Неонатология: новости, мнения, обучение. – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 26-33.
Bokeria E.L., Shumakova O.V., Ivanets T.Yu., Kazantseva I.A. Diagnostics and treatment of chronic heart failure in newborns // Neonatology: News, Opinions, Training. – 2021. – Vol. 9, № 4. – P. 26-33.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 12.07.2025.

The article was accepted for publication 12.07.2025.