

УДК: 616.12–007-053.1-71
DOI

Д.Е. ДЖУСИПБЕКОВА¹, А.С. ИМАМБЕТОВА², К.Б. ЖУБАНЫШЕВА³

¹«Казахстанский медицинский университет» ВШОЗ, Алматы, Казахстан

²«Казахстанско-Российский медицинский университет», Алматы, Казахстан

³ ГКП на ПХВ Центр перинатологии и детской кардиохирургии, Алматы, Казахстан

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЕТЕЙ ДО 1 ГОДА С ВРОЖДЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ

Резюме: В неонатологии врожденные пороки сердца (ВПС) встречаются с частотой от 4 до 50 случаев на 100 тысяч населения, при этом тяжелое течение беременности и родов влияет на поражения ЦНС, обуславливая дезадаптацию и инвалидизацию детей в будущем.

Цель исследования: провести дисперсионный анализ ANOVA показателей экспериментального исследования связанных с проведением ультразвукового исследования головного мозга с различными типами ВПС, выставленных пренатально, до и после операции на сердце новорожденных детей до года.

Методы: проведен проспективный анализ результатов ультразвуковых исследований (УЗИ), проведенных пренатально, до и после операции на сердце у 41 детей с ВПС, с использованием IBM SPSS Statistics 28,0 version и статистических дескриптивных методов, дисперсионного анализа ANOVA. УЗИ проводили с помощью датчика микроконвекс CF4-9, линейного датчика LA3-16AD, аппарата Samsung HM 70A.

Результаты: в данном исследовании было выявлено что детям с гестационным возрастом 34,07 недели и ВПС трех типов (ВПС бледного типа-26,1%, ВПС без сброса – 19,6% и перекрестный сброс – 17,4%) проводили операции на сердце. Нейросонография (НСГ) показала, что у 67,4% встречаются гипоксически-ишемические изменения головного мозга и у 21,8% осложнения в виде кровоизлияний. По результатам дисперсионного анализа ANOVA выявлено, что основным предиктором ВПС является показатель массы тела ребенка: очень низкие и низкие индексы массы тела по ВОЗ ухудшают выживаемость после операции на сердце.

Заключение: Внедрение в клиническую практику НСГ для диагностики состояния нервной системы в педиатрии позволили показать ишемию и другие патологии мозга детей в динамике, для ранней диагностики и лечения новорожденных с ВПС.

Ключевые слова: нейросонография (НСГ), пренатальная диагностика, порок развития сердца, ультразвуковое исследование (УЗИ), врожденные пороки развития, новорожденные, головной мозг, гипоксия головного мозга.

Д.Е. Джусипбекова¹, А.С. Имамбетова², К.Б. Жубанышева³

¹«Қазақстан медицина университеті» ҚДСЖМ,

Алматы, Қазақстан

²«Қазақстан-Ресей медицина университеті»,

Алматы, Қазақстан

³ ШЖҚ «Перинатология және балалар кардиохирургиясы

орталығы» МКК, Алматы, Қазақстан

ЕРТЕ ДИАГНОСТИКА ҮШІН ТУА БІТКЕН ЖҮРЕК АҚАУЛАРЫ БАР 1 ЖАСҚА ДЕЙІНГІ НӘРЕСТЕЛЕРДІҢ БАС МЫЫН УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ЗЕРТТЕУ

Түйін: неонатологияда туа біткен жүрек ақаулары (ТБА) 100 мың адамға шаққанда 4-тен 50-ге дейінгі жағдайда кездеседі, жүктілік пен босанудың ауыр ағымы орталық жүйке жүйесінің пери-

D.E. Dzhusipbekova¹, A.S. Imambetova², K.B. Zhubanysheva³

¹«Kazakhstan Medical University» Higher School of Economics, Almaty, Kazakhstan

²«Kazakh-Russian Medical University», Almaty, Kazakhstan

³ GKP on PCV Center of Perinatology and Pediatric Cardiac Surgery, Almaty, Kazakhstan

ULTRASOUND OF THE BRAIN IN CHILDREN UNDER 1 YEAR OLD WITH CONGENITAL HEART DISEASE FOR EARLY DIAGNOSIS

Resumé: In neonatology, congenital heart disease (CHD) occurs at a rate of 4 to 50 cases per 100,000 populations [1], and the severe course of pregnancy and childbirth affects perinatal CNS lesions, resulting in maladaptation and disability of children in the future.

наталды зақымдалуына әсер етіп, болашақта балалардың қоршаған ортаға ауыр бейімделуіне және мүгедектікке алып келеді.

Зерттеудің мақсаты - нәрестелердің жүрегіне отаға дейін және отадан кейін, пренатальды қойылған туа біткен жүрек ақауының түрлері мен бас миының ультрадыбыстық зерттеуінің нәтижелеріне ANOVA дисперсиялық талдау жүргізу.

Әдістері: жүрек ақаулықтары бар 41 нәрестенің пренаталды, жүрек отасына дейінгі және отадан кейінгі бас миының ультрадыбыстық зерттеу нәтижелерінің IBM SPSS 28,0 version және статистикалық әдістерін, ANOVA дисперсионды талдауын қолдана отырып проспективті талдау жүргізілді. Бас миының УДЗ-і Samsung HM 70A аппаратының, CF4-9 микроконвекс және LA3-16AD сызықтық (линейный) датчиктерінің көмегімен жүргізілді.

Нәтижелері: бұл зерттеуде гестациялық жасы 34,07 апта және жүрек ақаулықтары бар нәрестелердің жүрегіне (ТБА-ң бозғылт түрі -26,1%, ТБА-ң ысырысуз түрі -19,6%, ысырудың айқас түрі -17,4 %) ота жасалынды. Нейросонография (НСГ) 67,4%-да бас миының гипоксиялық-ишемиялық өзгерістері, 21,8% -да миға қан құйылу сияқты асқинулардың кездескенін көрсетті. ANOVA дисперсиялық талдау нәтижелері бойынша жүрегінің ТБА бар нәрестелердің негізгі болжаушысы- баланың дене салмағының көрсеткіші болып табылады, ДДСҰ (ВОЗ) бойынша дене салмағының өте төмен және төмен болуы жүрек операциясынан кейін өмір сүру қабілеттілігін күрт төмендетеді.

Қорытынды. НСГ —ң клиникалық тәжірибесіне енуі педиатрияда жүйке жүйенің жағдайын зерттеп, нәрестелердің бас миының ишемиясын және басқа да паталогияны динамикада бақылауға, туа біткен жүрек ақаулары бар нәрестелердің миының ауруларын ерте диагностикалау және ерте емдеуге зор үлесін қосады.

Түйінді сөздер: нейросонография, пренатальды диагностика, жүрек ақауы, УДЗ, туа біткен даму ақауы, жаңа туған нәрестелер, бас миы, бас миының гипоксиясы.

Введение: В неонатологии врожденные пороки сердца (ВПС) встречаются с частотой от 4 до 50 случаев на 100 тысяч населения [1], при этом тяжелое течение беременности и родов влияет на поражения ЦНС, обуславливая дезадаптацию и инвалидизацию детей в будущем.

При ВПС, сопутствующим заболеванием можно считать нарушение развития центральной нервной системы (ЦНС). Такие дети имеют предрасположенность к неврологическим нарушениям уже в утробе матери. Прогноз течения и исхода гипоксически-ишемического поражения ЦНС у новорожденных детей затруднен и не всегда может быть установлен методами клинического обследования.

Современные нейровизуализирующие технологии позволяют получить данные о диагностике ранних структурных нарушений в головном мозге у новорожденных и детей до года при жизни, с возможностью прогнозирования течения патологических процессов в ЦНС. Нейросонография (НСГ) — это диагностическая ультразвуковая процедура, позволяющая исследовать головной мозг новорожденного до 1 года, для диагностики патоло-

The study aimed: To perform a dissection analysis of the ANOVA of a pilot study associated with ultrasound examination of the brain with different types of CHD exhibited prenatally, before and after neonatal heart surgery.

Methods: A prospective analysis of prenatal, preoperative and postoperative cardiac ultrasound findings in 41 children with CHD was performed using IBM SPSS Statistics 28.0 version and statistical descriptive methods, ANOVA analysis of variance.

Results: This study revealed that children with gestational age of 34.07 weeks and CHD of three types (pale CHD-26.1%, CHD without bleeding-19.6% and cross bleeding-17.4%) underwent cardiac surgery. Neurosonography (NSG) showed that 67.4% had hypoxic-ischemic cerebral changes and 21.8% had complications in the form of hemorrhage. ANOVA of variance analysis showed that body mass index was the main predictor of CHD. Very low and low WHO BMI worsens the survival rate after cardiac surgery. Ultrasound was performed using micro convex CF4-9 transducers, LA3-16AD linear transducer, and Samsung HM 70A machine.

Conclusion: The introduction of NSG and ultrasonography into clinical practice to diagnose neonatal neurosystem status has allowed us to demonstrate neonatal brain ischemia in dynamics for early diagnosis and treatment of children with CHD.

Keywords: neurosonography, prenatal diagnosis, cardiac malformations, ultrasound, congenital malformations, newborns, brain, brain hypoxia.

гических изменений, которые могли появиться во время беременности или родов, позволяет оценить структуры мозга и состояние церебрального кровообращения. НСГ является основой визуализации головного мозга ребенка до 1 года в педиатрической практике, особенно в неонатологии. Другие методы лучевой диагностики имеют свои недостатки, например КТ-высокую лучевую нагрузку, МРТ-длительную подготовку к исследованию, из-за трудностей, при использовании в отделениях реанимации и интенсивной терапии несмотря на точность результатов исследований. Ультразвуковое исследование (УЗИ) головного мозга можно проводить и у кровати новорожденного в отделениях реанимации без применения седативных препаратов [2-3]. УЗИ позволяет определить зону поражения, ее размеры и местоположение. Особенно при определении перивентрикулярных и внутрижелудочковых кровоизлияний у недоношенных новорожденных [4].

Частота выявления ВПР ЦНС с помощью УЗИ составляет 68,6% [1]. При беременности, осложненной врожденными аномалиями плода, точная пренатальная диагностика с помощью УЗИ имеет важное значение для

ведения беременности, консультирования по поводу аборта и оценки риска рецидива. Все чаще пренатальное УЗИ заменяет аутопсию плода в качестве золотого стандарта для диагностики аномалий. В течение последнего десятилетия дилатация и эвакуация все чаще становится процедурой выбора для прерывания беременности во втором триместре в США. Эта процедура обладает значительными преимуществами, такими как отсутствие болезненной индукции родов и более короткая продолжительность.

Несмотря на технический прогресс в области методов визуализации и повышение точности пренатального УЗИ [5] некоторые аномалии могут быть пропущены. Это связано с положением плода, олигогидрамниозом, жировой массой матери и естественной историей аномалий.

плода. Заболевания ЦНС встречаются у новорожденных в пределах 62-83%.

Детские невропатологи считают, что у 80% детей невропсихические заболевания связаны с перинатальными поражениями головного мозга, которые ведут к задержке развития у 37% детей, переживших гипоксию во время родов или двигательные нарушения различной степени тяжести. Заболевания ЦНС составляют около 50% среди причин детской инвалидности.[6]

ВПС делятся на 3 категории: 1) бледного типа с артериовенозным шунтом: дефекты межжелудочковой и межпредсердной перегородки, открытый артериальный проток. 2) синего типа с веноартериальным сбросом: транспозиция магистральных сосудов, тетрада Фалло, атрезия трехстворчатого клапана. 3) без сбросов.

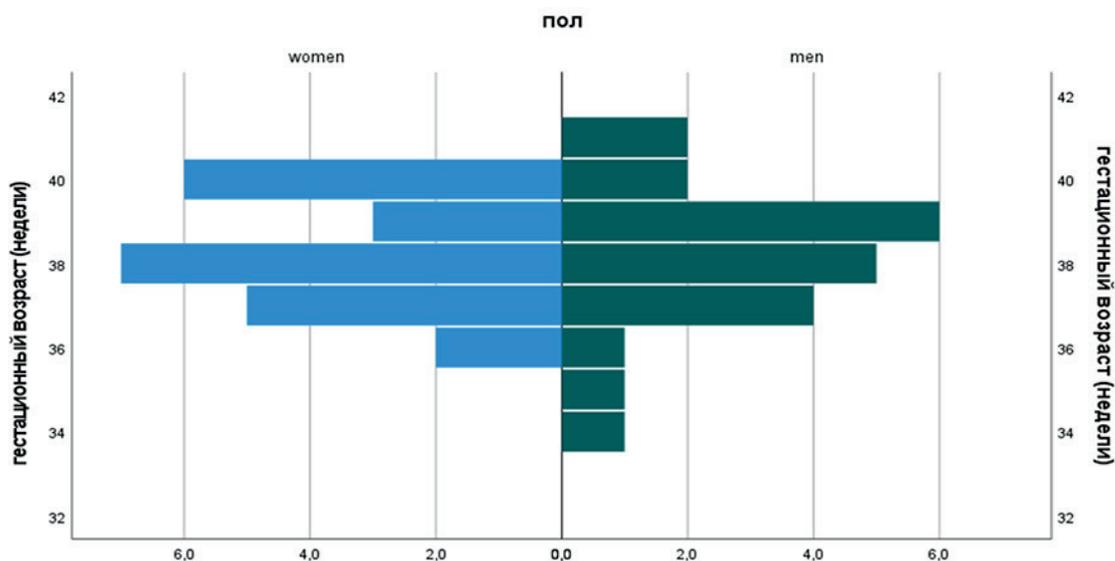


Рисунок 1 – Диаграмма Парето: гестационный возраст (недели) прооперированных детей в зависимости от пола (собственные данные)

Таблица 1 – Базовые характеристики детей, включённых в исследование (n=41)

Показатели	M±m
рост (м)	0,51±0,005
гестационный возраст (недели)	38,2±1,531
Апгар	2,09±0,468
масса тела при рождении (кг)	3,20±0,105
масса тела во время операции	4,14±0,25
ИМТ при рождении	11,73±0,34
ИМТ во время операции	9,92±0,89
ЧСС	143,13±2,72
САД	76,33±2,06
ДАД	46,36±1,47
♀/ ♂	1,54±0,079
беременность по счету	2,9±0,25
ребенок по счету	2,29 ±0,17

са, но с препятствием к выбросу крови из желудочков: стенозы легочной артерии и аорты, коарктация аорты. Не всем детям с ВПС можно проводить операции ввиду высокой вероятности кровотечений, поэтому их проводят в условиях искусственного кровообращения и гипотермии [1,7].

УЗИ головного мозга детям с ВПС проводится быстро для снижения стресса, ввиду тяжести и нестабильности состояния здоровья в первые дни жизни. Таким новорожденным нейросонографию проводят на 1, 3, 5, 8, 11, 14 дни жизни и после операции – на 1, 2, 4, 6, 8, 10 дни жизни, ввиду уязвимости после операции на сердце.

Преоперационный период несет в себе наибольший риск для развития патологических состояний головного мозга и последующих нарушений нейроразвития. Более того, время до операции в 3-4 дня является порогом, за которым риск развития неврологической заболеваемости возрастает [8].

Цель исследования: провести дисперсионный анализ ANOVA показателей экспериментального исследования связанных с проведением ультразвукового исследования головного мозга с различными типами ВПС, выставленных пренатально, до и после операции на сердце детей.

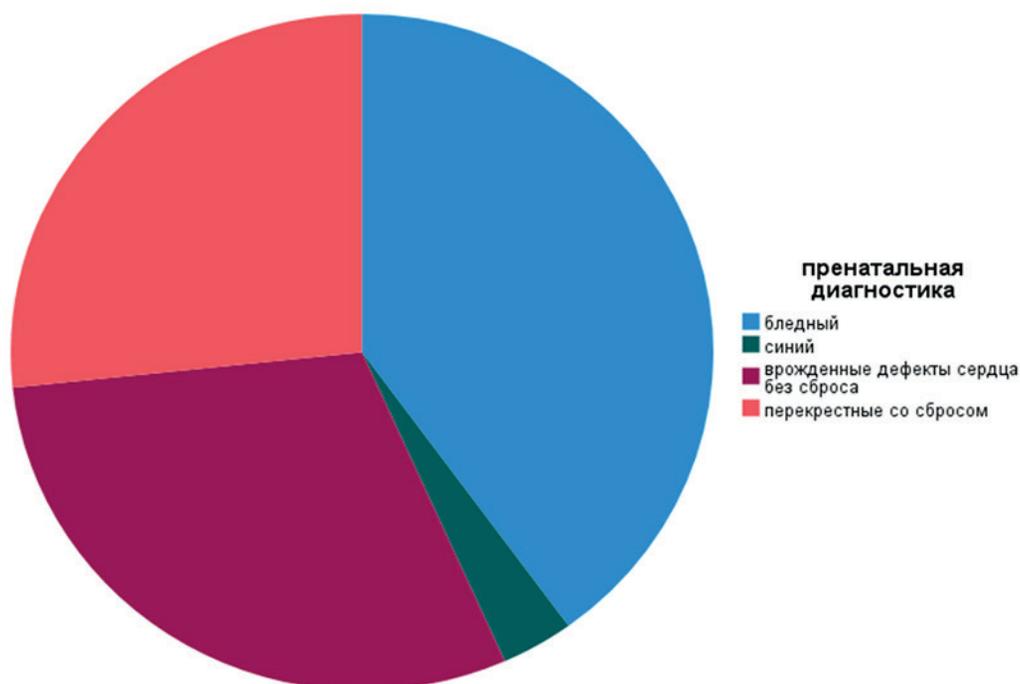


Рисунок 2 – Пренатальная диагностика ВПС, % (собственные данные)

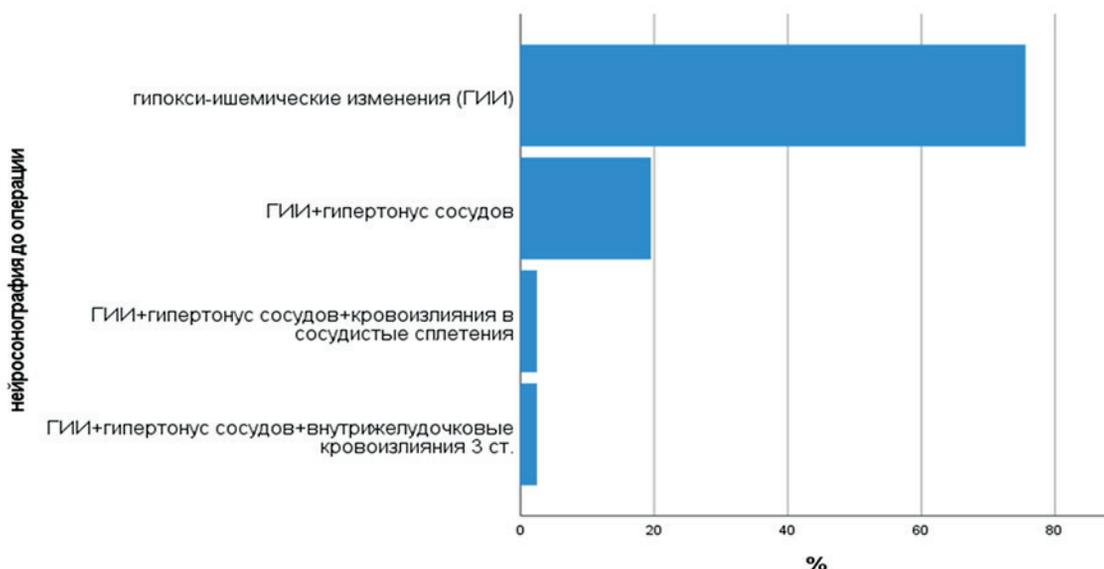


Рисунок 3 – НСГ ГМ детей до операции: гипоксически-ишемические изменения мозга (ГИИ) и др. (собственные данные)

Таблица 2 – Дисперсионный анализ ANOVA по материалам исследования

ANOVA		Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	знач.
Масса тела во время рождения (кг)	Между группами	8,605	9	0,956	3,066	0,010
Масса тела во время операции		39,983	8	4,998	2,688	0,023
ИМТ2 по ВОЗ		40,598	8	5,075	2,995	0,014
Тип ВПС		22,398	9	2,489	1,943	0,082
Пренатальная диагностика		19,375	6	3,229	2,653	0,042
Диагноз после операции		13,614	9	1,513	2,099	0,061

Материал и методы: Это проспективное исследование было проведено с июня 2020 г. по сентябрь 2021 г. в Центре перинатологии и детской кардиохирургии г. Алматы. В исследуемую группу был включён 41 ребенок с ВПС (у 23 из них диагноз ВПС выставлен пренатально). Всех новорожденных обследовали в положении лежа и получали стандартные коронарные и сагитальные изображения головного мозга через передний родничок с помощью датчика микроконвекс CF4-9, линейного датчика LA3-16AD, аппарата Samsung NM 70A. Всем оперированным во время операций использовали искусственное кровообращение и было проведено краниальное ультразвуковое исследование (КУЗ). Все сканирования проводились врачом УЗИ, имеющим более чем 3-летний опыт работы.

Критерии включения: новорожденные, чей гестационный возраст от 36 недель беременности и более, дети до 1 года с врожденными пороками сердца.

Критерии исключения: новорожденные, чей гестационный возраст менее 36 недель беременности, дети старше 1 года.

В стационаре операции на сердце проводили новорожденным, имеющим не менее 36 недель гестации. Были собраны следующие данные: дата рождения, операции, смерти; гестационный возраст, возраст на дату операции, возраст, оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах, рост, масса тела при рождении, во время операции, индекс массы тела (ИМТ), ИМТ по ВОЗ при рождении, во время операции; рост, пол, какая по счету беременность у матери, какой по счету ребенок, ЧСС, САД, ДАД, тип ВПР, матери переболевшие во время беременности, результаты пренатальной диагностики, нейросонографии и диагноз невропатолога до и после операции.

Использовалось приложение IBM SPSS Statistics version 28,0 для Windows, статистические дескриптивные методы, дисперсионный анализ ANOVA, значения P-value меньше чем 0.05, были обозначены как статистически значимые. Непрерывные переменные выражены как среднее ± стандартное отклонение, а качественные переменные выражены как n(%).

Исследование было одобрено локальным комитетом по этике (Протокол №2 от 16.02.2021г.) и получено информированное согласие от родителей.

Результаты: За период исследования в Центре перинатологии и детской кардиохирургии г.Алматы поступило 41 ребенок с ВПС с выявленными пренатально. Сонографические аномалии были выявлены у 21 мальчиков и 20 девочек из них (51% ♂ и 49% ♀). Гестационный возраст прооперированных детей варьировал от 34 - 41 недели (рисунок 1), т.е. это вполне доношенные дети с нормальным состоянием по Апгар (см.таблицу 1). Базовые характеристики детей, включённых в исследование, приведены в Таблице 1.

Внутричерепные кровоизлияния (ВЧК) были обнаружены у 3 детей. Среди них у 2 имелись кровоизлияния в сосудистые сплетения и у одного ребенка отмечались кровоизлияния внутрижелудочковые 2 степени. Большинство детей имели нормальную оценку в пределах от 7-8 баллов, а 3 ребенка имели низкую оценку по шкале Апгар при рождении.

Пренатальная диагностика детей показала незначительное преобладание ВПС бледного типа – 26,1%, ВПС без сброса – 19,6 и перекрестный сброс – 17,4 (рисунок 2).

НСГ детям до операции определила наиболее часто встречающийся тип изменений: у 67,4% встречаются гипоксически-ишемические изменения головного мозга, во втором случае (у 17.4%) к ним добавляется гипертонус сосудов, в третьем и четвертом случае (по 2,2%) добавляются кровоизлияния в сосудистые сплетения или внутрижелудочковые кровоизлияния 3 степени (рисунок 3).

В результате проведения дисперсионного анализа ANOVA можно вывести значимость (<0,01 до 0,082) основных показателей: массы тела ребенка во время рождения, во время операции, ИМТ ребенка по ВОЗ во время операции, тип ВПС при рождении, пренатальной диагностики (0,042), диагноз после операции для выживания пациентов, значения F> 2 (таблица 2). Предиктором ВПС является ИМТ ребенка: очень низкие и низкие значения ИМТ ухудшают состояние ребенка или выживаемость после операции.

Всего были изучены результаты нейросонографии 41 детей с ВПС. У всех детей выявлены гипоксические изменения головного мозга, летальный исход – у 4-х детей. До операции на сердце у 20 (40%) новорожденных с ВПС бледного типа с гипоксическими измене-

ниями так же встречались спазмы сосудов (передняя мозговая артерия (ПМА), базилярная артерия (БА), средняя мозговая артерия (СМА) индекс резистентности (ИР) 78-82). У 1 (2%) ребенка с ВПС синего типа на 3 день были двустороннее внутрижелудочковое кровоизлияние 3 степени с постгеморрагическим расширением боковых желудочков, субарахноидальное кровоизлияние. ИР 0,93-0,96 (летальный исход). После операции у всех обследованных детей оставались гипоксические изменения ГМ.

Из них: У 15 детей (30%) с ВПС бледного типа дополнительных изменений не было выявлено. У 10 детей (20%) в первые дни после операции вместе с гипоксическими изменениями определялись спазмы сосудов (ПМА,БА,СМА, ИР 0,78-0,83). На 5,7,10 дни определялись снижение ИР сосудов и остаточные гипоксические изменения.

У 5 детей (10%) с ВПС синего типа на 2-3 дни были выявлены гипертонус ПМА, БА, СМА и внутрижелудочковое кровоизлияния 1-2 степени. На 9-10 дни стали происходить процессы лизиса тромба. У 4-х (8%) на 1-4 дни были кровоизлияния в сосудистые сплетения. У 1 (2%) ребенка определялись признаки отека мозга. У 13 (26%) детей с ВПС без сброса в первые дни были гипоксически-ишемические изменения ГМ. На 3-5 дни появились расширения боковых и 3 желудочков, субарахноидальных пространств и межполушарной

щели. ИР ПМА, БА, СМА повысились до 0,80-0,86. У 4 (8%) из этой же группы были внутрижелудочковые кровоизлияния 2-3 степени, на 7-10 дни 2 (4%) случая из которых были с летальным исходом. У 2 (4%) детей через 3 недели появились признаки атрофии мозга.

Обсуждение: Таким образом, в данном исследовании операции на сердце проводили детям до года, рожденные с гестационным возрастом 38,2 недели и ВПС трех типов (ВПС бледного типа – 26,1%, ВПС без сброса – 19,6% и перекрестный сброс – 17,4%). НСГ ГМ детей с ВПС до операции показала, что у 67,4% встречаются гипоксически-ишемические изменения головного мозга и у 21,8% – осложнения в виде кровоизлияний. По результатам дисперсионного анализа ANOVA выявлено, что основным предиктором ВПС является ИМТ ребенка: очень низкие и низкие ИМТ ухудшают выживаемость после операции на сердце. Необходимо использовать дополнительные инструменты диагностики для уточнения диагноза поражения головного мозга, в частности в литературе предлагаются использовать ЭЭГ, МРТ и др.

Заключение: Внедрение в клиническую практику НСГ для диагностики состояния нервной системы в педиатрии позволили определить ишемию и другие патологии мозга новорожденных и детей до года в динамике, для ранней диагностики и лечения детей с ВПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Lynch JM, Gaynor WJ, Licht DJ. Brain Injury During Transition in the Newborn With Congenital Heart Disease: Hazards of the Preoperative Period. *Seminars in Pediatric Neurology* [Internet]. 2018;28:60-65. Available from: doi:10.1016/j.spen.2018.05.007.
- 2 Zeka N, Bejiqi R, Gerguri A, VuÅšiterna A, Retkoceri R, Zogaj L. Sonographic Diagnosis of Brain Abnormalities in Infants: A Retrospective Study. *J Clin Diagn Res*.2019; 13(3):SC06-SC10. <https://www.doi.org/10.7860/JCDR/2019/40187/12687>
- 3 Franckx H, Hasaerts D, Huysentruyt K, Cools F. Cranial ultrasound and neurophysiological testing to predict neurological outcome in infants born very preterm. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2018;60(12):1232-1238. Available from: doi:10.1111/dmnc.13961.
- 4 Benninger KL, Inder TE, Goodman AM, Cotten MC, Nordli DR, Shah TA, et al. Perspectives from the Society for Pediatric Research. Neonatal encephalopathy clinical trials: developing the future. *Pediatric Research* [Internet]. 2020;89(1):74-84. Available from: doi:10.1038/s41390-020-0859-9.
- 5 Elhameed AM, Fouda EM. Transcranial ultrasound Doppler parameters in cerebral vessels may predict intracerebral hemorrhage in preterm newborns. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* [Internet]. 2011;42(1):69-75. Available from: doi:10.1016/j.ejrm.2011.02.002.
- 6 Everwijn SM, Bohemen JF, Geloven N, Jansen FA, Teunissen AK, Rozendaal L, et al. Serial neurosonography in fetuses with congenital heart defects shows mild delays in cortical development. *Prenatal Diagnosis* [Internet]. 2021;. Available from: doi:10.1002/pd.6038.
- 7 Masoller N, Sanz-Cortés M, Crispi F, Gómez O, Bennasar M, Egaña-Ugrinovic G, et al. Mid-gestation brain Doppler and head biometry in fetuses with congenital heart disease predict abnormal brain development at birth // *Ultrasound Obstet. Gynecol* [Internet]. 2016;47:65-73. Available from: doi:10.1002/uog.14919.
- 8 Laptok AR. Birth Asphyxia and Hypoxic-Ischemic Brain Injury in the Preterm Infant. *Clin. Perinatol* [Internet]. 2016;43:529-545. Available from: doi:10.1016/j.clp.2016.04.010.

REFERENCE

- 1 Lynch JM, Gaynor WJ, Licht DJ. Brain Injury During Transition in the Newborn With Congenital Heart Disease: Hazards of the Preoperative Period. *Seminars in Pediatric Neurology* [Internet]. 2018;28:60-65. Available from: doi:10.1016/j.spen.2018.05.007.
- 2 Zeka N, Bejiqi R, Gerguri A, VuÅšiterna A, Retkoceri R, Zogaj L. Sonographic Diagnosis of Brain Abnormalities in Infants: A Retrospective Study. *J Clin Diagn Res*.2019; 13(3):SC06-SC10. <https://www.doi.org/10.7860/JCDR/2019/40187/12687>
- 3 Franckx H, Hasaerts D, Huysentruyt K, Cools F. Cranial ultrasound and neurophysiological testing to predict neurological outcome in infants born very preterm. *Developmental Medicine & Child Neurology* [Internet]. 2018;60(12):1232-1238. Available from: doi:10.1111/dmnc.13961.
- 4 Benninger KL, Inder TE, Goodman AM, Cotten MC, Nordli DR, Shah TA, et al. Perspectives from the Society for Pediatric Research. Neonatal encephalopathy clinical trials: developing the future. *Pediatric Research* [Internet]. 2020;89(1):74-84. Available from: doi:10.1038/s41390-020-0859-9.
- 5 Elhameed AM, Fouda EM. Transcranial ultrasound Doppler parameters in cerebral vessels may predict intracerebral hemorrhage in preterm newborns. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* [Internet]. 2011;42(1):69-75. Available from: doi:10.1016/j.ejrm.2011.02.002.
- 6 Everwijn SM, Bohemen JF, Geloven N, Jansen FA, Teunissen AK, Rozendaal L, et al. Serial neurosonography in fetuses with congenital heart defects shows mild delays in cortical development. *Prenatal Diagnosis* [Internet]. 2021;. Available from: doi:10.1002/pd.6038.
- 7 Masoller N, Sanz-Cortés M, Crispi F, Gómez O, Bennasar M, Egaña-Ugrinovic G, et al. Mid-gestation brain Doppler and head biometry in fetuses with congenital heart disease predict abnormal brain development at birth // *Ultrasound Obstet. Gynecol* [Internet]. 2016;47:65-73. Available from: doi:10.1002/uog.14919.
- 8 Laptok AR. Birth Asphyxia and Hypoxic-Ischemic Brain Injury in the Preterm Infant. *Clin. Perinatol* [Internet]. 2016;43:529-545. Available from: doi:10.1016/j.clp.2016.04.010.

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

Мүдделер қақтығысы – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ.

Қаржыландыру жүргізілмеді.

Вклад авторов. Все авторы принимали равное участие при написании данной статьи.

Конфликт интересов – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представителями.

Финансирование – не проводилось.

Authors' Contributions. All authors participated equally in the writing of this article.

No conflicts of interest have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers.

There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work.

Funding - no funding was provided.

Сведения об авторах

Д.Е. Джусипбекова, докторант, ТОО «Казахстанский медицинский университет» ВШОЗ, Алматы; врач УЗИ, ГКП на ПХВ Центр перинатологии и детской кардиохирургии, Алматы. E-mail: dikanai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4683-3430>.

А.С. Имамбетова, к.м.н., доцент, «Казахстанско-Российский медицинский университет», Алматы. E-mail: aiman.imambetova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1722-3310>.

К.Б. Жубанышева, д.м.н., профессор, ГКП на ПХВ Центр перинатологии и детской кардиохирургии, Алматы. E-mail: karlygash77@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4222-661X>.