

DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD635413>

Ультразвуковые показатели и анамнестические данные как потенциальные предикторы гипоксии плода при поздней задержке роста плода с необходимостью преждевременного родоразрешения

Е.А. Щербакова¹, Н.Г. Истомина¹, А.Н. Баранов¹, А.М. Гржибовский^{1, 2, 3}¹ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия;² Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск, Россия;³ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. При диагностированной гипоксии плода с задержкой роста важным аспектом является выбор времени и метода родоразрешения для улучшения перинатальных исходов. Критерии консенсуса Delphi (2016) актуальны при выявлении и постановке диагноза «задержка роста плода». Тем не менее, до сих пор не существует предикторов, с помощью которых возможно прогнозировать ухудшение состояния плода, требующее выполнения преждевременного родоразрешения.

Цель — оценить связь ультразвуковых показателей, анамнестических данных и гипоксии плода при поздней задержке роста плода с необходимостью преждевременного родоразрешения.

Материалы и методы. На базе Перинатального центра Архангельской областной клинической больницы (г. Архангельск) с 2018 по 2022 г. выполнено сплошное когортное исследование. Критериям включения соответствовали 314 женщин с подозрением на задержку роста плода. Связь между преждевременными родами вследствие гипоксии плода и ультразвуковыми, клиничко-анамнестическими показателями оценивали посредством многомерного регрессионного анализа Пуассона. Рассчитаны нескорректированные и скорректированные относительные риски с 95 % доверительными интервалами. Переменные отбирали методом последовательного исключения с помощью критерия Вальда с критическим уровнем значимости 0,05.

Результаты. Поздняя задержка роста плода выявлена в 111 (35,4 %) случаях, из них преждевременные роды вследствие гипоксии плода произошли у 54 (48,6 %) женщин. Наиболее парсимоничная модель включала два статистически значимых предиктора. Отклонения показателя пупочно-церебрального отношения (относительный риск 1,59; 95 % доверительный интервал 1,19–2,11) и наличие беременности с задержкой роста плода в анамнезе (относительный риск 1,53; 95 % доверительный интервал 1,07–2,19) были связаны с повышенным риском гипоксии плода с необходимостью преждевременного родоразрешения.

Заключение. Учет отклонений показателя пупочно-церебрального отношения, по данным ультразвукового доплерографического исследования, и наличия беременности с задержкой роста плода в анамнезе может иметь прогностическое значение для принятия решения о своевременном родоразрешении и улучшения перинатальных исходов при поздней задержке роста плода. Полученные результаты можно использовать в более крупных многоцентровых исследованиях с последующим созданием валидных прогностических моделей с достаточными уровнями чувствительности и специфичности для практической деятельности врача – акушера-гинеколога.

Ключевые слова: доплерография; задержка роста плода; ультразвуковое исследование; преждевременные роды; предикторы.

Как цитировать

Щербакова Е.А., Истомина Н.Г., Баранов А.Н., Гржибовский А.М. Ультразвуковые показатели и анамнестические данные как потенциальные предикторы гипоксии плода при поздней задержке роста плода с необходимостью преждевременного родоразрешения // Журнал акушерства и женских болезней. 2025. Т. 74. № 1. С. 74–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD635413>

DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD635413>

Ultrasound parameters and anamnestic findings as potential predictors of fetal hypoxia among late fetal growth restriction requiring preterm delivery

Elizaveta A. Shcherbakova¹, Natalya G. Istomina¹, Alexey N. Baranov¹, Andrej M. Grjibovski^{1,2,3}

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

² Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia;

³ M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: When the hypoxia of fetus with growth restriction is diagnosed, the choice of the timing and method of delivery is an important aspect to improve perinatal outcomes. Delphi (2016) consensus criteria are relevant in identifying and diagnosing “fetal growth restriction.” However, there are still no predictors with which it is possible to predict fetal deterioration requiring preterm delivery.

AIM: The aim of this study was to evaluate the association of ultrasound parameters, anamnesis factors and hypoxia requiring preterm delivery among late-onset fetal growth restriction.

MATERIALS AND METHODS: This cohort study was performed at the Perinatal Center, the Arkhangelsk Regional Clinical Hospital (Arkhangelsk, Russia) from 2018 to 2022 and included 314 women with suspected fetal growth restriction who met the inclusion criteria. The association between preterm birth due to fetal hypoxia and ultrasound, clinical and history-based parameters was assessed by multivariable Poisson regression analysis with robust error variance. Unadjusted and adjusted relative risks with 95 % confidence intervals were calculated. The most parsimonious model was created by backward elimination of variables using the Wald test with a significance level of 0.05.

RESULTS: Late-onset fetal growth restriction was detected in 111 (35.4%) cases, among which premature birth occurred in 54 (48.6%) women due to fetal hypoxia. The most parsimonious model included two predictors. Umbilicocerebral ratio abnormalities (relative risk 1.59; 95% confidence interval 1.19–2.11) and a history of fetal growth restriction pregnancy (relative risk 1.53; 95% confidence interval 1.07–2.19) were positively associated with an increased risk of fetal hypoxia requiring preterm delivery.

CONCLUSIONS: Estimation of the umbilicocerebral ratio abnormalities according to Doppler ultrasound examination data and the history of fetal growth restriction may have prognostic value to make the decision on timely delivery to improve perinatal outcomes in late fetal growth restriction. The data obtained may be used in larger multicenter studies followed by the creation of valid prognostic models with sufficient levels of sensitivity and specificity for using in the clinical practice of obstetrician-gynecologists.

Keywords: Doppler; fetal growth restriction; ultrasound examination; preterm birth; predictors.

To cite this article

Shcherbakova EA, Istomina NG, Baranov AN, Grjibovski AM. Ultrasound parameters and anamnestic findings as potential predictors of fetal hypoxia among late fetal growth restriction requiring preterm delivery. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2025;74(1):74–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD635413>

ОБОСНОВАНИЕ

Задержка роста плода (ЗРП) — один из больших акушерских синдромов. Она возникает вследствие плацентарной недостаточности и приводит к неблагоприятным перинатальным исходам [1]. Основой патогенеза данного состояния являются дисфункция плаценты и ухудшение гемодинамики плода, в дальнейшем приводящие к гипоксии и преждевременным родам [2]. При поздней ЗРП, как правило, преобладают материнские стромально-сосудистые изменения в плаценте, способные стать причиной неблагоприятных исходов не только при данной беременности, но и при последующих [3]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения преждевременные роды являются ведущей причиной гибели детей младше 5 лет, особенно в развивающихся странах, поэтому своевременное родоразрешение крайне важно для улучшения перинатальных исходов [4].

Ультразвуковое исследование, включающее доплерографию с оценкой пульсационных индексов артерии пуповины, средней мозговой артерии и маточной артерии, а также церебро-плацентарного отношения, признано наиболее информативным методом диагностики ЗРП и мониторинга состояния плода [5]. Некоторые исследователи считают, что пуповинно-церебральное отношение (ПЦО, инверсия церебро-плацентарного отношения) является более точным предиктором неблагоприятных исходов [6]. Мнения исследователей расходятся и многие утверждают, что данные показатели доплерографии являются исключительно диагностическими, и ни один критерий не может быть достоверным предиктором преждевременных родов [7–9].

Таким образом, недостаточно изучены количественные ассоциации ультразвуковых показателей и клинико-anamнестических данных для оценки риска гипоксии плода с необходимостью преждевременного родоразрешения [10].

Цель — оценить связь ультразвуковых, клинико-anamнестических показателей и случаев гипоксии плода при поздней ЗРП, требующей преждевременного родоразрешения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования и источники данных

В результате сплошного когортного исследования, выполненного на базе Перинатального центра Архангельской областной клинической больницы (г. Архангельск) с 2018 по 2022 г., в выборку вошли 314 беременных с подозрением на позднюю ЗРП [11]. Критерии включения: возраст матери от 19 до 45 лет, спонтанно наступившая беременность одним плодом, беременность без пороков развития плода, пренатально диагностированная ЗРП, согласие на участие в исследовании. Впоследствии диагноз «задержка роста плода» ставили на основании консенсуса Delphi (2016).

Критерии исключения: беременность двумя и более плодами, пороки развития плода, наступление беременности в результате применения вспомогательных репродуктивных технологий, отказ от участия в исследовании.

Таким образом, включены 111 женщин с наблюдением до родоразрешения. Группу беременных с преждевременными родами сравнивали с группой женщин со срочными родами по величине (непрерывные переменные) и частоте (категориальные переменные) потенциальных предикторов, взятых из результатов исследования TRUFFLE (2015) и диагностических критериев консенсуса Delphi (2016). Анализируя случаи преждевременных родов при поздней ЗРП, авторы учитывали индуцированные и оперативные роды в сроки беременности от 32⁺⁰ до 36⁺⁶ нед. беременности. Состояние гипоксии плода выявляли с помощью инструментальных методов, включая ультразвуковое исследование и кардиотокографию [5, 12].

Беременные с ЗРП обследованы в полном объеме в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава России «Нормальная беременность» (2020) и «Недостаточный рост плода, требующий предоставления медицинской помощи матери (задержка роста плода)» (2022). Гестационную артериальную гипертензию диагностировали при уровне систолического артериального давления 140 мм рт. ст. и более и/или диастолического — 90 мм рт. ст. и более после 20 нед. беременности при помощи двух измерений и более с интервалом не менее 4 ч. При различии результатов на обеих руках ориентировались на более высокие значения. Индекс массы тела рассчитан как отношение показателя веса в килограммах к квадрату роста в метрах. Учтена недостаточная масса тела (менее 18,5 кг/м²). В ходе опроса пациентки и по данным медицинской документации уточнены факты курения и наличия ЗРП при предыдущих беременностях. Варикозное расширение вен нижних конечностей диагностировано с учетом контурирующихся и видимых в положении стоя узловатых и/или извитых подкожных вен диаметром более 3 мм или при ранее проведенном ультразвуковом исследовании нижних конечностей (стадия С2 и более). В результатах посева из цервикального канала при обнаружении 10⁵ КОЕ и более одного типа микроорганизмов диагностирован цервицит.

Ультразвуковое исследование, включающее доплерографию с измерением показателей кровотоков, выполнено с использованием ультразвуковой системы экспертного класса Voluson E8 (General Electric, США) в Перинатальном центре г. Архангельска.

Точный срок гестации установлен в 9⁺⁰–13⁺⁶ нед. при помощи значения копчико-теменного размера плода (КТР). При выявлении различий результатов данного измерения с менструальным сроком более чем на 5 дней срок гестации корректировали.

В ходе исследования проанализированы сердцебиение плода, объем амниотической жидкости, расположение плаценты. С учетом формулы Хэдлока [13] и центильных

таблиц INTERGROWTH-21st [14] оценены ультразвуковые фетометрические показатели. Для оценки объема околоплодных вод измеряли индекс амниотической жидкости и максимального вертикального кармана. Кровоток в артерии пуповины оценивали на свободно расположенной петле пуповины, а кровоток в средней мозговой артерии — проксимальнее места выхода сосуда из Виллизиева круга. При продольном сканировании стенки малого таза исследована функция кровотока в маточных артериях. При выявлении области разделения общей подвздошной артерии ультразвуковой датчик был смещен к боковой стенке матки до получения изображения кровотока маточной артерии. В ходе дальнейшего анализа определено среднее арифметическое пульсационных индексов правой и левой маточных артерий. Пульсационный индекс — это отношение разницы между максимальной систолической и конечной диастолической скоростям к средней скорости кровотока. Церебро-плацентарное отношение рассчитывали как отношение пульсационных индексов средней мозговой артерии и артерии пуповины, а ПЦО — как инверсию числителя и знаменателя церебро-плацентарного отношения. Значения церебро-плацентарного отношения, использованные в ходе исследования, проанализированы с учетом центильных таблиц, предложенных Фондом Медицины Плода (FMF) [15], и клинических рекомендаций «Недостаточный рост плода, требующий предоставления медицинской помощи матери (задержка роста плода)» 2022 г. [4]. Показатели ПЦО были оценены с помощью референсных значений, отраженных в научной работе G. Acharya и соавт. (2020) [16]. При ультразвуковом исследовании врач не был информирован о наличии сопутствующей патологии у женщины и других факторов риска, не выявлено неблагоприятных последствий у женщины и ребенка.

Статистический анализ

Бинарные факторы риска представлены в виде долей в процентах, а непрерывные — в виде среднего

арифметического и стандартного отклонения. Для оценки различий изменений ультразвуковых показателей между группами использован критерий Манна – Уитни. Анализ категориальных значений выполнен с помощью точного критерия Фишера. В дальнейшем был использован многомерный регрессионный анализ Пуассона для оценки связи между потенциальными предикторами и преждевременными родами с расчетом нескорректированных и скорректированных относительных рисков и 95 % доверительных интервалов. Последние оценены с использованием робастных ошибок, более точно отражающих вариабельность коэффициентов регрессии [17]. Основываясь на литературных источниках, в многомерные модели в качестве потенциальных предикторов авторы включали возраст до 25 лет, пульсационные индексы маточной артерии и артерии пуповины, церебро-плацентарное отношение, маловодие, индекс массы тела менее 18,5 кг/м², гестационную артериальную гипертензию, варикозное расширение вен нижних конечностей, курение, цервицит и рождение ребенка с ЗРП в анамнезе. В модель введены ультразвуковые признаки в виде непрерывных переменных, а остальные — в виде бинарных. Затем для создания наиболее достоверной модели переменные отбирали методом пошагового исключения при помощи критерия Вальда и критического уровня значимости 0,05. Анализ данных выполнен с помощью пакета статистических программ Stata 18 (Stata Corp., США) [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Критериям поздней ЗРП соответствовали 111 (35,4 %) случаев, среди них преждевременные роды вследствие гипоксии плода произошли у 54 (48,6 %) женщин.

Для оценки распространенности определенного признака в общей выборке факторы разделили на клинико-анамнестические (табл. 1), ультразвуковые и доплерографические (табл. 2). В дальнейшем проанализировали

Таблица 1. Распространенность бинарных предикторов гипоксии плода с необходимостью преждевременного родоразрешения у беременных с поздней формой задержки роста плода

Table 1. Prevalence of potential predictors of fetal hypoxia requiring preterm delivery in a sample of pregnant women with late fetal growth restriction

Клинико-анамнестический признак	Распространенность признака, $n/n_{\text{общ}}$ (%)	Преждевременные роды, $n/n_{\text{общ}}$ (%)	Своевременное родоразрешение, $n/n_{\text{общ}}$ (%)	χ^2 (степень свободы 1)	Уровень p
Возраст менее 25 лет	33/111 (29,7)	14/33 (42,4)	19/33 (57,6)	0,728	0,393
Маловодие	43/111 (38,7)	18/43 (41,9)	25/43 (58,1)	1,295	0,255
Индекс массы тела менее 18,5 кг/м ²	24/111 (21,6)	11/24 (45,8)	13/24 (54,2)	0,097	0,755
Гестационная артериальная гипертензия	46/111 (41,4)	24/46 (52,2)	22/46 (47,8)	0,391	0,531
Варикозное расширение вен нижних конечностей	33/111 (30,0)	19/33 (57,6)	14/33 (42,4)	1,358	0,244
Курение в анамнезе	63/111 (56,8)	33/63 (52,4)	30/63 (47,6)	0,812	0,367
Задержка роста плода в анамнезе	17/111 (15,3)	12/17 (70,6)	5/17 (29,4)	3,868	0,049
Цервицит	39/111 (35,4)	19/39 (48,8)	20/39 (51,3)	0,001	0,991

Таблица 2. Среднее арифметическое и стандартное отклонение значений ультразвуковых предикторов преждевременных родов вследствие гипоксии плода в перинатальном периоде у беременных с поздней формой задержки роста плода

Table 2. Arithmetic means and standard deviations for ultrasound predictors of preterm birth due to fetal hypoxia in the perinatal period in a sample of pregnant women with late fetal growth restriction

Ультразвуковой признак	Исходы в перинатальном периоде		Уровень Z*	Уровень p*
	преждевременные роды (n = 54)	своевременное родоразрешение (n = 57)		
Пульсационный индекс маточной артерии	1,71 ± 0,91	1,50 ± 0,58	1,133	0,257
Пульсационный индекс артерии пуповины	2,14 ± 0,23	1,92 ± 1,56	0,387	0,699
Пуповинно-церебральное отношение	1,08 ± 0,54	0,72 ± 0,18	-4,017	<0,001
Церебро-плацентарное отношение	1,28 ± 0,26	1,30 ± 0,25	-0,458	0,647

* Рассчитано с помощью критерия Манна – Уитни.

* Calculated using the Mann – Whitney test.

Таблица 3. Относительные риски гипоксии плода с необходимостью преждевременного родоразрешения, основанные на клинико-анамнестических данных и данных ультразвукового доплерографического исследования

Table 3. Relative risks of fetal hypoxia requiring preterm delivery based on clinical data, patient's history, and Doppler ultrasound data

Признак	нОР	95 % ДИ	сОР	95 % ДИ
Возраст менее 25 лет	0,68	0,41–1,11	0,81	0,46–1,43
Пульсационный индекс маточной артерии	0,97	0,86–1,08	1,07	0,91–1,25
Пульсационный индекс артерии пуповины	0,96	0,86–1,09	0,96	0,81–1,13
Пуповинно-церебральное отношение	1,62	1,21–2,17	1,59	1,11–2,28
Церебро-плацентарное отношение	1,26	0,62–2,55	1,06	0,42–2,66
Маловодие	0,79	0,52–1,20	0,78	0,49–1,24
Индекс массы тела менее 18,5 кг/м ²	0,73	0,42–1,27	0,81	0,44–1,50
Гестационная артериальная гипертензия	0,83	0,55–1,25	0,96	0,61–1,50
Варикозное расширение вен нижних конечностей	1,07	0,71–1,61	1,26	0,80–1,98
Курение в анамнезе	1,29	0,86–1,95	1,15	0,75–1,79
Задержка роста плода в анамнезе	1,58	1,08–2,32	1,49	1,00–2,19
Цервицит	0,85	0,56–1,29	0,72	0,45–1,29

Примечание. нОР — нескорректированный относительный риск; сОР — скорректированный относительный риск; ДИ — доверительный интервал.

Note. нОР, crude relative risk; сОР, adjusted relative risk; ДИ, confidence interval.

Таблица 4. Результаты моделирования с процедурой последовательного исключения

Table 4. Modeling data using the backward elimination procedure

Признак	Скорректированный относительный риск	95 % доверительный интервал	Уровень p
Пуповинно-церебральное отношение	1,59	1,19–2,11	0,001
Задержка роста плода в анамнезе	1,53	1,07–2,19	0,021

количество преждевременных родов с учетом каждого из бинарных признаков.

При анализе клинико-анамнестических признаков в исследуемой группе наиболее часто отмечали случаи гестационной артериальной гипертензии, варикозного расширения вен нижних конечностей, курения и беременности с ЗРП в анамнезе.

Наиболее выраженное нарушение кровотоков при анализе доплерографических показателей отмечено в случаях преждевременных родов.

Далее объединены все возможные предикторы гипоксии при поздней ЗРП с необходимостью преждевременного родоразрешения и проанализированы нескорректированные и скорректированные относительные риски. Статистически значимые различия достигнуты только по ПЦО и ЗРП в анамнезе (табл. 3).

Для получения наиболее парсимоничной модели использован метод пошагового исключения. Финальная модель включала два значимых предиктора (табл. 4), однако низкий коэффициент детерминации

модели (псевдо $R^2 = 0,03$) не позволяет рекомендовать ее для прогнозирования преждевременных родов на данном этапе исследования.

Таким образом, результаты исследования выявили значимые предикторы гипоксии плода при поздней ЗРП с необходимостью индуцированных и оперативных преждевременных родов — изменение показателя ПЦО, по данным доплерографического исследования, и наличие ЗРП при предыдущих беременностях у женщины.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основной проблемой для врача — акушера-гинеколога при ведении беременности, осложненной ЗРП, является дилемма между пролонгацией беременности для достижения зрелости систем органов плода и преждевременным родоразрешением, так как высок риск смерти в перинатальном периоде [19].

Факторы риска, обнаруженные в исследовании, являются основой патогенеза развития ЗРП и преждевременных родов вследствие прогрессирующей гипоксии плода. Данные исследования соответствуют результатам в работах других ученых [20–21].

Метод ультразвукового исследования с оценкой маточно-, фето-плацентарного и плодового кровотоков по-прежнему универсален для диагностики ЗРП и состояния плода [19].

Важными предикторами гипоксии плода с необходимостью преждевременного родоразрешения при поздней ЗРП в настоящей работе были изменения ПЦО, впоследствии вызвавшие выраженный дистресс плода. В исследовании N. Valino и соавт. (2016) при учете показателей маточной артерии, артерии пуповины и уровня плацентарного фактора роста (PIGF) отмечена высокая вероятность преждевременных родов в будущем. У каждой второй женщины при отклонении данных критериев от нормы происходили преждевременные роды в течение 7 дней [21].

Важная роль ПЦО при поздней ЗРП подтверждена итогами исследований в рамках проекта TRUFFLE и других научных работ [10, 22].

При поздней ЗРП есть отклонения показателей обеих составляющих ПЦО: артерии пуповины и средней мозговой артерии. Прежде чем произойдет снижение конечной диастолической скорости кровотока в артерии пуповины, будет нарушен кровоток около одной трети площади ворсинчатого дерева [19]. Нулевой или обратный конечный диастолический кровоток в артерии пуповины свидетельствует о плацентарной недостаточности 50–70 % ворсинчатого дерева и развитии гипоксии [19]. Вследствие обструкции артерии пуповины и сосудистого стока может произойти тромбоз артерии пуповины.

Во многих научных работах у ПЦО отмечена большая прогностическая значимость при поздней ЗРП, чем у других показателей [10, 23]. В многоцентровом исследовании

V. Mylrea-Foley и соавт. (2023) отклонение данного критерия было связано с неблагоприятными исходами новорожденных при родоразрешении до 35 нед. гестации [24].

Тем не менее мнения расходятся, и некоторые ученые склоняются к тому, что показатель ПЦО не информативен в качестве предиктора исходов и его использование в клинической практике нецелесообразно [9, 25].

В ходе гистологического исследования плацент женщин с преждевременными родами определены признаки материнских стромально-сосудистых нарушений, ассоциированных с гипертоническими расстройствами, ЗРП и отслойкой плаценты. В научной работе L. Visser и соавт. (2021) более чем у половины женщин в анамнезе были очень ранние преждевременные роды. В 20,9 % случаев отмечены материнские стромально-сосудистые изменения в плаценте, из них более чем в 50 % случаев диагностирована ЗРП [3]. Данные гистологических изменений в плаценте часто связаны с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы у беременных с ЗРП, подверженных декомпенсации.

Таким образом, выявленные факторы риска обосновывают необходимость более тщательного наблюдения и своевременного родоразрешения в ранние сроки при поздней ЗРП.

В исследовании есть ряд ограничений. Отмечена недостаточная статистическая мощность для выявления слабых связей, несмотря на использование сплошной выборки. Данная ситуация вызвана тем, что научная работа была проведена на базе одного стационара за ограниченный период времени. В ходе потенциальных многоцентровых исследований возможна вариативность результатов при увеличении количества участников.

Тем не менее в исследовании продемонстрирована потенциально высокая практическая значимость клинико-анамнестических и инструментальных данных для будущих исследований, посвященных разработке прогностических моделей неблагоприятных исходов при поздней ЗРП. Следует отметить, что комбинированная оценка показателей свидетельствует о комплексном анализе и индивидуализированном подходе при каждом случае беременности с ЗРП. Выявлено, что анамнестические критерии у матери так же значимы при прогнозировании индуцированных и оперативных преждевременных родов, как и ультразвуковые. Данные соответствуют результатам исследования M. Fiolna и соавт. (2019). В нем сочетание клинико-анамнестических факторов, включающих возраст, массу тела, расовое происхождение, акушерский анамнез при предыдущих беременностях, преэклампсию, срок гестации и объем околоплодных вод, позволило выявить около 40 % беременностей, подлежащих оперативному родоразрешению кесаревым сечением вследствие дистресса плода [26].

В настоящем исследовании впервые оценена прогностическая значимость ПЦО при преждевременных родах. В дальнейшем необходимо проводить более крупные

исследования для подтверждения оценки полученных результатов и изучения возможности прогнозирования преждевременного родоразрешения при поздней ЗРП в клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Факторами, значимо связанными с гипоксией плода при поздней ЗРП с необходимостью преждевременного родоразрешения в изучаемой совокупности, были отклонения ПЦО и ЗРП в анамнезе. Увеличение ПЦО на единицу было связано с увеличением риска преждевременных родов в среднем на 59 %, а наличие ЗРП в анамнезе повышало риск изучаемого исхода в среднем на 53 %. Низкий коэффициент детерминации пока не позволяет рекомендовать модель для прогнозирования в практическом акушерстве. Полученные результаты необходимо оценить в более крупных многоцентровых исследованиях для последующего создания валидных прогностических моделей с достаточными уровнями чувствительности и специфичности и использования модели прогнозирования в клинической практике.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. *Е.А. Щербак* — обзор литературы, сбор и обработка материала, формальный анализ, написание текста; *Н.Г. Истомина* — анализ данных, написание текста; *А.Н. Баранов*, *А.М. Гржибовский* — формальный анализ, редактирование. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этический комитет. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (№ 02/03-21 от 31.03.2021). Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмадеев Н.Р., Фаткуллин И.Ф., Фаткулина Л.С. Сердечно-сосудистые последствия больших акушерских синдромов // Акушерство и гинекология. 2023. № 4. С. 5–11. EDN: JNFHLB doi: 10.18565/aig.2022.287
2. Martins J.G., Biggio J.R., Abuhamad A. Society for maternal-fetal medicine consult series #52: diagnosis and management of fetal growth restriction // Am J Obstet Gynecol. 2020. Vol. 223, N 4. P. 2–17. EDN: REBWJI doi: 10.1016/j.ajog.2020.05.010
3. Visser L., van Buggenum H., van der Voorn J.P., et al. Maternal vascular malperfusion in spontaneous preterm birth placenta related to clinical outcome of subsequent pregnancy //

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. *E.A. Shcherbakova*, literature review, data collection, formal analysis, text writing; *N.G. Istomina*, formal analysis, text writing; *A.N. Baranov*, formal analysis, editing; *A.M. Grjibovski*, formal analysis, editing. All authors approved the manuscript (version for publication) and agreed to be responsible for all aspects of the work, ensuring proper consideration and resolution of issues related to the accuracy and integrity of any part thereof.

Ethics approval. The present study was approved by the local Ethics Committee of the Northern State Medical University (No. 02/03-21 dated 31.03.2021). All the research participants voluntarily signed the informed consent prior to research entry.

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. When creating this article, the authors did not use previously published information (text, illustrated materials, data).

Data availability statement. All the data obtained in this study is available in the article.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This article was sent to the journal on an initiative basis and reviewed according standard procedure. Two external reviewers, editorial board member and the scientific editor of the journal were involved into the reviewing.

J Matern Fetal Neonatal Med. 2021. Vol. 34, N 17. P. 2759–2764. doi: 10.1080/14767058.2019.1670811

4. Preterm birth. В: World Health Organization. [Internet]. Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>. Дата обращения: 12.08.2024.

5. Российское общество акушеров-гинекологов. Недостаточный рост плода, требующий предоставления медицинской помощи матери (задержка роста плода). Клинические рекомендации. Москва: Минздрав РФ, 2022. Режим доступа: https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics Дата обращения: 12.08.2024.

6. Yilmaz C., Melekoğlu R., Özdemir H., et al. The role of different Doppler parameters in predicting adverse neonatal outcomes in fetuses with late-onset fetal growth restriction // *Turk J Obstet Gynecol.* 2023. Vol. 20, N 2. P. 86–96. EDN: KHAZDU doi: 10.4274/tjod.galenos.2023.87143
7. Schreiber V., Hurst C., da Silva Costa F., et al. Definitions matter: detection rates and perinatal outcome for infants classified prenatally as having late fetal growth restriction using SMFM biometric vs ISUOG/Delphi consensus criteria // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2023. Vol. 61, N 3. P. 377–385. EDN: IWKORC doi: 10.1002/uog.26035
8. Roeckner J.T., Pressman K., Odibo L., et al. Outcome-based comparison of SMFM and ISUOG definitions of fetal growth restriction // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021. Vol. 57, N 6. P. 925–930. EDN: EBDTHI doi: 10.1002/uog.23638
9. Di Mascio D., Herraiz I., Villalain C., et al. Comparison between cerebroplacental ratio and umbilicocerebral ratio in predicting adverse perinatal outcome in pregnancies complicated by late fetal growth restriction: a multicenter, retrospective study // *Fetal Diagn Ther.* 2021. Vol. 48, N 8. P. 448–456. EDN: EUOEWN doi: 10.1159/000516443
10. Stampalija T., Arabin B., Wolf H., et al. TRUFFLE investigators. Is middle cerebral artery Doppler related to neonatal and 2-year infant outcome in early fetal growth restriction? // *Am J Obstet Gynecol.* 2017. Vol. 216, N 5. P. 521.e1–521.e13. doi: 10.1016/j.ajog.2017.01.001
11. Митькин Н.А., Драчев С.Н., Кригер Е.А., и др. Расчёт объёма выборки при планировании поперечных исследований // *Экология человека.* 2023. Т. 30, № 7. С. 509–522. EDN: LOEJVM doi: 10.17816/humeco569406
12. Российское общество акушеров-гинекологов. Признаки внутриутробной гипоксии плода, требующие предоставления медицинской помощи матери. Клинические рекомендации. Москва: Минздрав РФ, 2022. Режим доступа: https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics. Дата обращения: 09.10.2024.
13. Hadlock F.P., Harrist R.B., Sharman R.S., et al. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements – a prospective study // *Am J Obstet Gynecol.* 1985; N 151. P. 333–337. doi: 10.1016/0002-9378(85)90298-4
14. Francis A., Hugh O., Gardosi J. Customized vs INTERGROWTH-21st standards for the assessment of birthweight and stillbirth risk at term // *Am J Obstet Gynecol.* 2018. Vol. 218, N 2S. P. S692–S699. doi: 10.1016/j.ajog.2017.12.013
15. Ciobanu A., Wright A., Syngelaki A., et al. Fetal Medicine Foundation reference ranges for umbilical artery and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019. Vol. 53, N 4. P. 465–472. doi: 10.1002/uog.20157
16. Acharya G., Ebbing C., Karlsen H.O., et al. Sex-specific reference ranges of cerebroplacental and umbilicocerebral ratios: longitudinal

- study // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020. Vol. 56, N 2. P. 187–195. EDN: XIOXMN doi: 10.1002/uog.21870
17. Barros A.J., Hirakata V.N. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio // *BMC Med Res Methodol.* 2003. Vol. 3. P. 21. EDN: PBRFDZ doi: 10.1186/1471-2288-3-21
18. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Программное обеспечение для статистической обработки данных STATA: введение // *Экология человека.* 2014. Т. 21, № 1. С. 60–63. EDN: RYIESX doi: 10.17816/humeco17275
19. Melamed N., Baschat A., Yinon Y., et al. FIGO (International Federation of Gynecology and Obstetrics) initiative on fetal growth: best practice advice for screening, diagnosis, and management of fetal growth restriction // *Int J Gynaecol Obstet.* 2021. Vol. 152, N 1. P. 3–57. EDN: MUFZRV doi: 10.1002/ijgo.13522
20. Hong J., Crawford K., Cavanagh E., et al. Placental growth factor and fetoplacental Doppler indices in combination predict preterm birth reliably in pregnancies complicated by fetal growth restriction // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2024. Vol. 63, N 5. P. 635–643. EDN: VFRAEQ doi: 10.1002/uog.27513
21. Valino N., Giunta G., Gallo D.M., et al. Biophysical and biochemical markers at 30–34 weeks' gestation in the prediction of adverse perinatal outcome // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016. Vol. 47, N 2. P. 194–202. doi: 10.1002/uog.14928
22. Rizzo G., Pietrolucci M.E., Mappa I. Modeling gestational age centiles for fetal umbilicocerebral ratio by quantile regression analysis: a secondary analysis of a prospective cross-sectional study // *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022. Vol. 35, N 22. P. 4381–4385. EDN: LMGHOH doi: 10.1080/14767058.2020.1849123
23. Stampalija T., Thornton J., Marlow N., et al. Fetal cerebral Doppler changes and outcome in late preterm fetal growth restriction: prospective cohort study // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020. Vol. 56, N 2. P. 173–181. EDN: YQBWWV doi: 10.1002/uog.22125
24. Mylrea-Foley B., Wolf H., Stampalija T., et al. Longitudinal Doppler assessments in late preterm fetal growth restriction // *Ultraschall Med.* 2023. Vol. 44, N 1. P. 56–67. EDN: YKUKDV doi: 10.1055/a-1511-8293
25. Villalain C., Galindo A., Di Mascio D., et al. Diagnostic performance of cerebroplacental and umbilicocerebral ratio in appropriate for gestational age and late growth restricted fetuses attempting vaginal delivery: a multicenter, retrospective study // *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022. Vol. 35, N 25. P. 6853–6859. EDN: CXCSNM doi: 10.1080/14767058.2021.1926977
26. Fiolna M., Kostiv V., Anthoulakis C., et al. Prediction of adverse perinatal outcome by cerebroplacental ratio in women undergoing induction of labor // *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019. Vol. 53, N 4. P. 473–480. doi: 10.1002/uog.20173

REFERENCES

1. Ahmadeev NR., Fatkullin IF, Fatkullin LS. Cardiovascular consequences of major obstetric syndromes. *Obstetrics and gynecology.* 2023;(4):5–11. EDN: JNFHLB doi: 10.18565/aig.2022.287
2. Martins JG., Biggio JR, Abuhamad A. Society for maternal-fetal medicine consult series #52: Diagnosis and management of fetal growth restriction. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;223(4):2–17. EDN: REBWJI doi: 10.1016/j.ajog.2020.05.010.
3. Visser L., van Buggenum H., van der Voorn JP., et al. Maternal vascular malperfusion in spontaneous preterm birth placentas relat-

- ed to clinical outcome of subsequent pregnancy. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(17):2759–2764. doi: 10.1080/14767058.2019.1670811
4. Preterm birth. In: World Health Organization. [Internet]. [cited 2024 Aug 12] Available from: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/preterm-birth>
5. Russian Society of Obstetricians and Gynecologists. *Insufficient fetal growth requiring medical care for the mother (fetal growth retardation). Clinical guidelines.* Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2022. (In Russ.) [cited 2024

Aug 12] Available from: https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics

6. Yilmaz C, Melekoğlu R, Özdemir H, et al. The role of different Doppler parameters in predicting adverse neonatal outcomes in fetuses with late-onset fetal growth restriction. *Turk J Obstet Gynecol.* 2023;20(2):86–96. EDN: KHAZDU doi: 10.4274/tjod.galenos.2023.87143
7. Schreiber V, Hurst C, da Silva Costa F, et al. Definitions matter: detection rates and perinatal outcome for infants classified prenatally as having late fetal growth restriction using SMFM biometric vs ISUOG/Delphi consensus criteria. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2023;61(3):377–385. EDN: IWKORC doi: 10.1002/uog.26035
8. Roeckner JT, Pressman K, Odibo L, et al. Outcome-based comparison of SMFM and ISUOG definitions of fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;57(6):925–930. EDN: EBDTHI doi: 10.1002/uog.23638
9. Di Mascio D, Herraiz I, Villalain C, et al. Comparison between cerebroplacental ratio and umbilicocerebral ratio in predicting adverse perinatal outcome in pregnancies complicated by late fetal growth restriction: a multicenter, retrospective study. *Fetal Diagn Ther.* 2021;48(8):448–456. EDN: EUOEWN doi: 10.1159/000516443
10. Stampalija T, Arabin B, Wolf H, et al. TRUFFLE investigators. Is middle cerebral artery Doppler related to neonatal and 2-year infant outcome in early fetal growth restriction? *Am J Obstet Gynecol.* 2017;216(5):521.e1–521.e13. doi: 10.1016/j.ajog.2017.01.001
11. Mitkin NA, Drachev SN, Krieger EA, et al. Sample size calculation for cross-sectional studies. *Human Ecology.* 2023;30(7):509–522. EDN: LOEJVM doi: 10.17816/humeco569406
12. Russian Society of Obstetricians and Gynecologists. *Signs of intrauterine fetal hypoxia requiring medical care for the mother. Clinical guidelines.* Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2022. (In Russ.) [cited 2024 Oct 9] Available from: https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics
13. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, et al. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements – a prospective study. *Am J Obstet Gynecol.* 1985;151(3):333–337. doi: 10.1016/0002-9378(85)90298-4
14. Francis A, Hugh O, Gardosi J. Customized vs INTERGROWTH-21st standards for the assessment of birthweight and stillbirth risk at term. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(2S):S692–S699. doi: 10.1016/j.ajog.2017.12.013
15. Ciobanu A, Wright A, Syngelaki A, et al. Fetal Medicine Foundation reference ranges for umbilical artery and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(4):465–472. doi: 10.1002/uog.20157
16. Acharya G, Ebbing C, Karlsen HO, et al. Sex-specific reference ranges of cerebroplacental and umbilicocerebral ratios: longitudinal

study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56(2):187–195. EDN: XIOXMN doi: 10.1002/uog.21870

17. Barros AJ, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Med Res Methodol.* 2003;3:21. EDN: PBRFDZ doi: 10.1186/1471-2288-3-21
18. Unguryanu TN, Grjibovski AM. Introduction to STATA – software for statistical data analysis. *Human Ecology.* 2014;21(1):60–63. EDN: RYIESX doi: 10.17816/humeco17275
19. Melamed N, Baschat A, Yinon Y., et al. FIGO (International Federation of Gynecology and Obstetrics) initiative on fetal growth: best practice advice for screening, diagnosis, and management of fetal growth restriction. *Int J Gynaecol Obstet.* 2021;152(1):3–57. EDN: MUFZRV doi: 10.1002/ijgo.13522
20. Hong J, Crawford K, Cavanagh E, et al. Placental growth factor and fetoplacental Doppler indices in combination predict preterm birth reliably in pregnancies complicated by fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2024;63(5):635–643. EDN: VFRAEQ doi: 10.1002/uog.27513
21. Valino N, Giunta G, Gallo DM, et al. Biophysical and biochemical markers at 30–34 weeks' gestation in the prediction of adverse perinatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016;47(2):194–202. doi: 10.1002/uog.14928
22. Rizzo G, Pietrolucci ME, Mappa I. Modeling gestational age centiles for fetal umbilicocerebral ratio by quantile regression analysis: a secondary analysis of a prospective cross-sectional study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022;35(22):4381–4385. EDN: LMGH0H doi: 10.1080/14767058.2020.1849123
23. Stampalija T, Thornton J, Marlow N, et al. Fetal cerebral Doppler changes and outcome in late preterm fetal growth restriction: prospective cohort study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56(2):173–181. EDN: YQBWWV doi: 10.1002/uog.22125
24. Mylrea-Foley B, Wolf H, Stampalija T, et al. Longitudinal Doppler assessments in late preterm fetal growth restriction. *Ultraschall Med.* 2023;44(1):56–67. EDN: YKUKDV doi: 10.1055/a-1511-8293
25. Villalain C, Galindo A, Di Mascio D, et al. Diagnostic performance of cerebroplacental and umbilicocerebral ratio in appropriate for gestational age and late growth restricted fetuses attempting vaginal delivery: a multicenter, retrospective study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022;35(25):6853–6859. EDN: CXCSNM doi: 10.1080/14767058.2021.1926977
26. Fiolna M, Kostiv V, Anthoulakis C, et al. Prediction of adverse perinatal outcome by cerebroplacental ratio in women undergoing induction of labor. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(4):473–480. doi: 10.1002/uog.20173

ОБ АВТОРАХ

Елизавета Алексеевна Щербакова, аспирант;
ORCID: 0000-0001-6297-4415;
eLibrary SPIN: 3368-0356;
e-mail: liza140395@rambler.ru

Наталья Георгиевна Истомина, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-9214-8923;
eLibrary SPIN: 3839-9145;
e-mail: natalya.istomina@gmail.com

AUTHORS INFO

Elizaveta A. Shcherbakova, MD, postgraduate student;
ORCID: 0000-0001-6297-4415;
eLibrary SPIN: 3368-0356;
e-mail: liza140395@rambler.ru

Natalya G. Istomina, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-9214-8923;
eLibrary SPIN: 3839-9145;
e-mail: natalya.istomina@gmail.com

*** Алексей Николаевич Баранов**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 163000, Архангельск, Троицкий пр., д. 51;
ORCID: 0000-0003-2530-0379;
eLibrary SPIN: 5935-5163;
e-mail: a.n.baranov2011@yandex.ru

Андрей Мечиславович Гржибовский, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5464-0498;
e-mail: andrej.grjibovski@gmail.com

*** Alexey N. Baranov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
address: 51 Troitsky Ave., Arkhangelsk, 163000, Russia;
ORCID: 0000-0003-2530-0379;
eLibrary SPIN: 5935-5163;
e-mail: a.n.baranov2011@yandex.ru

Andrej M. Grjibovski, MD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-5464-0498;
e-mail: andrej.grjibovski@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author