



Оригинальная статья

Сравнительная оценка эффективности неинвазивной диагностики анемии плода с применением различных алгоритмов

А.В. Макогон

МЦ «Авиценна» ГК «Мать и Дитя», ул. Урицкого, д. 2, г. Новосибирск 630007, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель. Оценить точность неинвазивной диагностики умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода, применяя различные диагностические алгоритмы.

Материалы и методы. Для оценки эффективности различных алгоритмов неинвазивной диагностики анемии плода сформированы 2 группы, в которые включены 70 беременных, среди них одна дихориальная двойня. Всего исследован 71 плод. По результатам гематологического исследования плода определены группы: «Анемия» — плоды с умеренно тяжелой и тяжелой анемией ($n = 16$, беременных — 16) и «Норма» — плоды с легкой анемией или без анемии ($n = 55$, беременных — 54, одна дихориальная двойня). При ультразвуковом исследовании у плодов определялась максимальная систолическая скорость кровотока в средней мозговой артерии (МССК СМА). Для оценки относительных размеров сердца применялась оценка соотношения размеров грудной клетки и сердца — кардиоторакальный индекс (КТИ). Статистическая обработка количественных параметров проведена с помощью программы Statistica 10.

Результаты. Выполнено сравнение показателей эффективности и точности диагностики предлагаемого автором алгоритма определения умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода, учитывающего 2 параметра (МССК СМА и КТИ) с алгоритмом, учитывающим 1 параметр (МССК СМА). Предлагаемый метод диагностики, учитывающий 2 параметра (МССК и КТИ) в сравнении с методом, учитывающим 1 параметр (МССК СМА) показывает более высокую точность диагностики (98,6 % / 85,9 %, $p = 0,009$), специфичность (98,2 % / 81,8 %, $p = 0,008$ и предсказательную ценность положительного теста (94,1 % / 61,5 %, $p = 0,03$).

Заключение. Неинвазивная диагностика умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода с применением двух критериев (МССК СМА и КТИ) обеспечивает более высокую эффективность в сравнении предыдущими методами, основанными только на определении МССК СМА.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ультразвуковое исследование с доплерометрией; средняя мозговая артерия; максимальная систолическая скорость кровотока; множитель медианы; анемия плода умеренно тяжелой степени; анемия плода тяжелой степени; кардио-торакальный индекс; гемолитическая болезнь

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Макогон А.В. Сравнительная оценка эффективности неинвазивной диагностики анемии плода с применением различных алгоритмов. *Вестник охраны материнства и младенчества*. 2025; 2(3): 50–57. <https://doi.org/10.69964/BMCC-2025-2-3-50-57>

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ: авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

КОРРЕСПОНДИРУЮЩИЙ АВТОР: Макогон Аркадий Вилленович — врач акушер-гинеколог, врач ультразвуковой диагностики, к.м.н., руководитель группы медицины плода, МЦ «Авиценна» ГК «Мать и Дитя». Адрес: ул. Урицкого, д. 2, г. Новосибирск, 630007, Россия. E-mail: arkady.makogon@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8469-5775>

Получена: 05.06.2025. Принята к публикации: 27.06.2025
© Макогон А.В., 2025

Original article

Comparison the accuracy of noninvasive diagnosis fetal anemia using different algorithms

Arkadiy V. Makogon

Avicenna Medical Center, Mother & Child Group of Companies, Novosibirsk, Russia, Uritskogo str., 2, Novosibirsk 630007, Russia

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the accuracy of noninvasive diagnosis of moderate and severe fetal anemia using various diagnostic algorithms.

Materials and methods. To evaluate the effectiveness of various algorithms for the noninvasive diagnosis of fetal anemia, 2 groups were formed, which included 70 pregnant women (one dichorionic twins). There were examined 71 fetuses. According to hematological tests of the fetus, the following groups were formed: "Anemia" — fetuses with moderate or severe anemia (n = 16, pregnant — 16) and "Norm" — fetuses with mild anemia or without anemia (n = 55, pregnant — 54, one dichorionic twins). Peak systolic velocity in the middle cerebral artery (PSV CMA) and fetal cardio-thoracic ratio (CTR) were measured by ultrasound. The results were analyzed by Statistica 10 program.

Results. The proposed author's diagnostic method that includes 2 parameters (PSV MCA and CTR) shows higher diagnostic accuracy (98.6% / 85.9%, p = 0.009), specificity (98.2% / 81.8%, p = 0.008) and predictive value of a positive test (94.1% / 61.5%, p = 0.03) in comparison with the method that includes only 1 parameter (PSV MSA).

Conclusion. Noninvasive diagnosis of moderate and severe fetal anemia using two criteria (PSV MCA and CTR) provides higher efficiency in comparison with previous methods based only on the definition of PSV MCA.

KEYWORDS: doppler ultrasound; middle cerebral artery; peak systolic velocity; multiple of median; fetal anemia moderate; fetal severe anemia; cardiothoracic ratio; hemolytic disease

FOR CITATION: Makogon A.V. Comparison the accuracy of noninvasive diagnosis fetal anemia using different algorithms. *Bulletin of Maternity and Child Care*. 2025; 2(3): 50–57. <https://doi.org/10.69964/BMCC-2025-2-3-50-57> (In Russ).

FUNDING: The authors declare that no funding was received for this study.

CONFLICT OF INTEREST: The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

CORRESPONDING AUTHOR: *Arkadiy V. Makogon* — M.D., Ph.D., Head of Fetal Medicine Group, Avicenna Medical Center, Mother & Child Group of Companies, Novosibirsk. E-mail: arkady.makogon@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8469-5775>

Received: 05.06.2025. Accepted: 27.06.2025
© Makogon A. V. 2025

Введение

Современная неинвазивная диагностика умеренно тяжелой и тяжелой анемии у плода основана на измерении максимальной систолической скорости кровотока в средней мозговой артерии плода (МССР СМА) [1, 2, 3, 4]. Такая анемия требует активной акушерской тактики (верификация диагноза прямым исследованием гематологических показателей плода, выполнение кордоцентеза и коррекции

анемии путем внутриутробной трансфузии (ВТ) или родоразрешения) [1, 4]. Литературные данные позволяют заключить о довольно значительной доле ложноположительных результатов (9–90%), полученных разными исследователями [1, 5, 6, 7]. Ложноположительные результаты неинвазивной диагностики анемии плода при использовании методики G.Mari [8] по данным ранее выполненного исследования составила 13,3 % [3].

Ложноположительные результаты диагностики умеренно тяжелой и тяжелой анемии ведут к необоснованным инвазивным вмешательствам и, соответственно, повышают риск неблагоприятного исхода беременности для плода, особенно при выполнении инвазий в ранние сроки (до 20 нед беременности) [9, 10].

Цель исследования состоит в сравнении эффективности неинвазивной диагностики анемии плода по собственному разработанному алгоритму [2, 3, 11] и алгоритму, предложенному G. Mari [8].

Материалы и методы

Для оценки эффективности различных алгоритмов неинвазивной диагностики анемии плода сформированы 2 группы, в которую включены 70 беременных, среди них одна дихориальная двойня. Всего исследован 71 плод. По результатам гематологического исследования плода/новорожденного случаи включены в группу «Анемия» — плоды с умеренно тяжелой и тяжелой анемией ($n = 16$, беременных — 16) или «Норма» — плоды с легкой анемией или без анемии ($n = 55$, беременных — 54, одна дихориальная двойня).

В группе «Анемия» в 87,5 % (14/16) случаев выполнены внутриутробные трансфузии, а 12,5 % (2/16) случаев выполнено родоразрешение в связи с анемическим синдромом у плода в сроках 37–38 недель. Анемия обусловлена ГБ плода в 13 случаях, внезапной гибелью монохориального близнеца в 2 случаях и в 1 случае была неиммунная водянка плода. Фетальные потери составили в этой группе 3 плода: 2 случая внезапной гибели монохориального близнеца и 1 случай неиммунной водянки. Все потери произошли во время или по окончании переливания крови плоду.

В группе «Норма» внутриутробные трансфузии проведены в 11,1 % (6/54) случаев (5 случаев ГБ плода и 1 случай внезапной гибели монохориального близнеца при двойне, диагностические кордоцентезы выполнены в 7,4 % (4/54). Видно, что все 5 плодов группы «Норма» не нуждались во внутриутробных трансфузиях с учетом современных подходов (решения о ВТ принимались до вступления в силу Клинических рекомендаций 2020 г. [12], а уровень гематокрита плода менее 30 % рассматривался как показание к трансфузии плоду [1, 13]. Кордоцентез, выполненный в 4 случаях в связи с МССК СМА, превышающей 1,5 МоМ [1], не выявил клинически значимой анемии, и трансфузия не была выполнена. Всего в группе «Норма» было выполнено 5 (4 кордоцентеза и 1 трансфузия при внезапной гибели монохо-

риального близнеца при двойне) инвазивных вмешательств (9,3 %, 5/54), которых можно было бы избежать с учетом современных подходов к классификации анемии и формированию показаний к внутриутробной инвазии [1, 4], а также 5 трансфузии плоду, которые можно было отложить на более поздние сроки, снизив тем самым общее количество инвазий при беременности.

Среди плодов группы «Норма» 7,2 % (4/55) оказались RhD-негативными, у новорожденных не было признаков ГБ. В остальных случаях у новорожденных была желтушная форма ГБ.

Основные данные приведены в таблице 1. Данные показывают, что группы достоверно различались только по уровню гемоглобина у плода и новорожденных.

Ультразвуковое исследование выполнялось на аппаратах Voluson E8 (GE Healthcare, США) конвексным мультимодальным датчиком RAB6-D (2–8 МГц) и Voluson E10 (GE Healthcare, США) конвексным мультимодальным датчиком RAB6-D (2–8 МГц) в двухмерном режиме с применением цветового доплеровского картирования (ЦДК), импульсно-волновой доплерографии. У плодов определялась максимальная систолическая скорость кровотока в средней мозговой артерии (МССК СМА). Для оценки относительных размеров сердца применялась оценка соотношения размеров грудной клетки и сердца — КТИ. Показатели МССК СМА и КТИ определялись как по оригинальной, описанной ранее методике [2, 3, 11], так и по методу, предложенному G. Mari [8].

Статистическая обработка количественных параметров проведена с помощью программы Statistica 10. Количественные данные представлены в виде медианы, интерквартильного размаха (25–75-й процентиля), 2,5–97,5%-го процентиля, минимума — максимума. Сравнение количественных параметров выполнено с помощью Т-критерия для независимых выборок и критерия Манна–Уитни, качественных — критерия χ^2 и точного критерия Фишера. Результаты статистического анализа считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты

Выполнено сравнение показателей эффективности и точности диагностики предлагаемого алгоритма определения умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода [2, 3, 11] с алгоритмом G. Mari et al. [8]. Данные представлены в Таблице 2.

Из Таблицы видно, что предлагаемый метод диагностики, учитывающий 2 параметра (МССК и КТИ) [2, 3, 11], показывает более

Таблица 1. Основные характеристики пациентов
Table 1. Main characteristics of patients

Показатели	Плоды		p
	«Анемия» (n = 16)	«Норма» (n = 55)	
Возраст беременных, лет	36 31–38 29–42 29–42	34 32–37 26–41 24–44 (n = 54)	p = 0,666
Срок беременности в момент измерения МССК СМА и КТИ, нед + дн	29 + 2 25 + 5–32 + 1 19 + 3–37 + 1 19 + 3–37 + 1	28 + 4 20 + 2–33 + 3 17 + 0–37 + 0 14 + 6–37 + 0	p = 0,544
Срок родов, нед + дни	35 + 6 34 + 4–37 + 2 32 + 0–37 + 6 32 + 0–37 + 6	37 + 2 35 + 3–37 + 6 33 + 1–39 + 0 32 + 4–40 + 0 (n = 54)	p = 0,089
Вес новорожденных*, г	2750 2460–2780 1800–3250 1800–3250	2900 2650–3320 1890–4020 1760–4070	p = 0,099
Гемоглобин при рождении*, г/л	121 96 – 145 64 – 198 64 – 198	169 140–191 103–238 102–242	p < 0,001
Гемоглобин плода*, МоМ	0,52 0,45–0,56 0,21–0,62 0,21–0,62 (n = 14)	0,82 0,75–0,90 0,65–1,00 0,65–1,00 (n = 10)	p < 0,001
Пол новорожденных: мужской/женский*	7/6	25/30	p = 0,759
Титр антител	4096 1024–8192 64–16384 64–16384	1024 256–4096 16–1048576 4–2092152 (n = 54)	p = 0,512
Изоиммунизация**: моно (RhD) / полиспецифичная	10/1	36/16	p = 0,262

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй — интерквартильный размах, на третьей — 2,5–97,5 %-й процентиля, на четвертой — минимум-максимум;

* показатели живорожденных; ** из числа обследованных

высокую точность, специфичность и предсказательную ценность положительного теста. На рисунке 1 приведен клинический пример высокой МССК СМА при нормальном уровне гемоглобина у плода. КТИ у плода ниже порогового уровня. Беременной был выполнен кордоцентез в связи с высокой МССК СМА [4]. Внутриутробная трансфузия не выполнялась.

Родоразрешение было также досрочным в связи с «высокой» МССК СМА. Однако у новорожденного уровень гемоглобина оказался нормальным.

Обсуждение

Многими исследователями предпринимались попытки снизить долю

Таблица 2. Диагностика умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода при использовании разных алгоритмов**Table 2.** Diagnosis of moderate and severe fetal anemia using different algorithms

Показатели	Собственная методика	G. Mari et al. [8]	p
Критерии диагностики	МССК СМА \geq верхняя граница 95 %-го ДИ + КТИ	МССК СМА $> 1,5$ МоМ	
Цель диагностики / степень тяжести анемии	анемия умеренно тяжелая и тяжелая / гемоглобин $< 0,65$ МоМ	анемия умеренно тяжелая и тяжелая / гемоглобин $< 0,65$ МоМ	
Трансфузии	любые	любые	
Чувствительность, %	100	100	p = 1,0
Специфичность, %	98,2	81,8	p = 0,008
Ложноположительные результаты	1	10	p = 0,009
Ложноположительная фракция, %	1,8	18,2	p = 0,008
Ложноотрицательный результаты	0	0	-
Ложноотрицательная фракция, %	0	0,0	-
Предсказательная ценность положительного теста, %	94,1	61,5	p = 0,03
Предсказательная ценность отрицательного теста, %	100	100	p = 1,0
Точность, %	98,6	85,9	p = 0,009

Примечание: МССК СМА — Максимальная систолическая скорость в средней мозговой артерии; ДИ — доверительный интервал; КТИ — кардиоторакальный индекс.

ложноположительных результатов неинвазивной диагностики анемии плода. Мотивация этих исследований понятна, поскольку более точная диагностика позволяет избежать необоснованных потенциально опасных инвазивных вмешательств. Так L. Detti et al. [14] предлагают для неинвазивной диагностики анемии тяжелой степени у плода, критерием которой служит уровень гемоглобина плода менее 0,55 МоМ [1] увеличить порог МССК СМА до 1,69 МоМ. При этом авторы отмечают, что для анемии средней степени тяжести, критерием которой служит уровень гемоглобина плода 0,55 — 0,65 МоМ [1] пороговое значение МССК СМА по их данным будет 1,32 МоМ, что ниже порога, предлагаемого G. Mari [1]. Именно анемия плода средней тяжести в настоящее время считается оптимальным показанием для трансфузии [1, 4, 12]. Личный опыт также подтверждает рациональность такого подхода. Поэтому, целью неинвазивной диагностики следует принять именно

такую анемию. Очевидно, что снижение порога МССК СМА до 1,32 приведет к увеличению ложноположительных результатов диагностики. Другими авторами (S. Friszer et al.) [15] с целью снижения ложноположительных результатов предложено еще более высокий порок МССК СМА — 1,73 МоМ. Однако, авторы предлагают этот порог для диагностики тяжелой анемии, которую они определяют как уровень гемоглобина менее 0,5 МоМ, что ниже порога тяжелой анемии плода (0,55МоМ) по классификации G. Mari [1]. Критерии анемии средней степени тяжести у авторов не определены, что делает невозможным сравнение эффективности диагностики. Сами авторы (S. Friszer et al. [15]) отмечают, что такой критерий не обладает 100 %-й чувствительностью, соответственно часть плодов со значимой анемией упускаются.

Влияние активности плода на показатели МССК СМА отмечены многими исследователями [16, 17]. Описанные в предыдущих

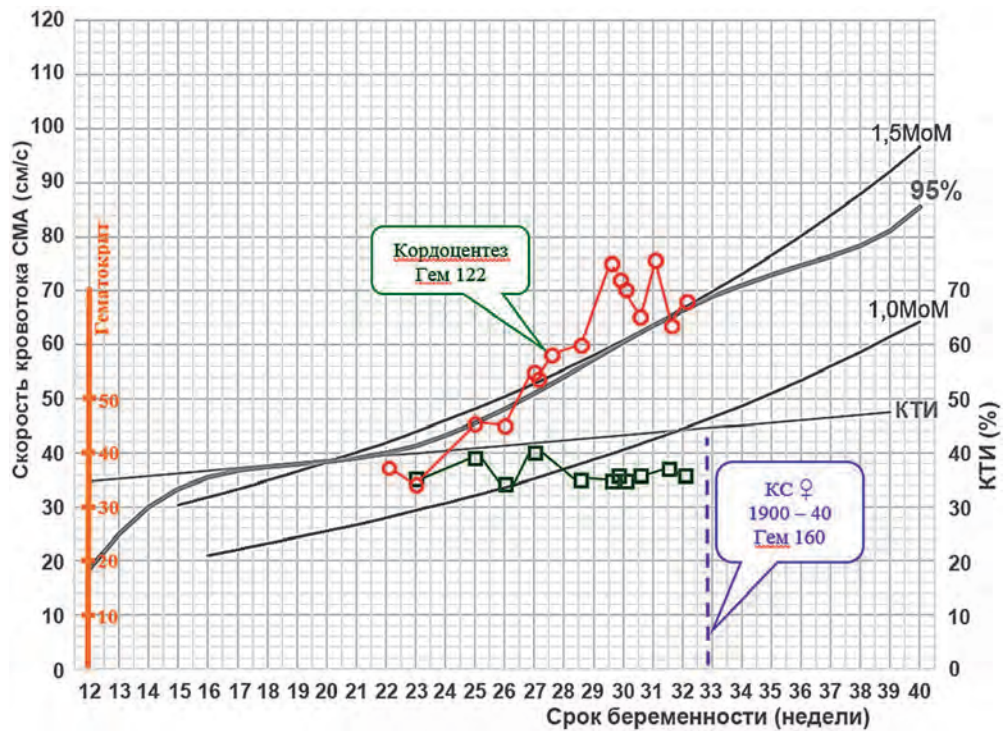


Рисунок 1. Карта наблюдения за беременной с изоиммунизацией. Красными кружками обозначена МССК СМА. Зелеными квадратами — КТИ. Сплошные черные линии соответствуют порогам МССК СМА в 1,0 МоМ и 1,5 МоМ [1]. Серые линии верхней границе 95 %-го доверительного интервала МССК СМА [2] и пороговому значению КТИ [3].

Figure 1. Observation chart of a pregnant woman with isoimmunization. Red circles indicate the MCA MR. Green squares indicate the CTI. Solid black lines correspond to the MCA MR thresholds of 1.0 MoM and 1.5 MoM [1]. Gray lines correspond to the upper limit of the 95% confidence interval of the MCA MR [2] and the CTI threshold [3].

исследованиях методические приемы измерения МССК СМА [2, 3, 11] позволяют более точно фиксировать периоды покоя плода, когда и следует выполнять измерения. Введение второго критерия (КТИ) позволяет добиться более высокой эффективности неинвазивной диагностики умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода.

Заклучение

Неинвазивная диагностика умеренно тяжелой и тяжелой анемии плода с применением двух критериев (МССК СМА и КТИ) обеспечивает более высокую эффективность в сравнении предыдущими методами, основанными только на определении МССК СМА.

ДЕКЛАРАЦИЯ О НАЛИЧИИ ДАННЫХ: данные, подтверждающие выводы настоящего исследования, можно получить у контактного автора по обоснованному запросу. Данные и статистические методы, представленные в статье, прошли статистическое рецензирование.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ: проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki), одобрено Комитетом по этике ГОУ ВПО «Новосибирского государственного медицинского университета» Росздрава (Красный проспект, д. 52, г. Новосибирск, 630091, Россия), протокол № 21 от 15.06.2007.

DATA AVAILABILITY STATEMENT: Data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request. The data and statistical methods presented in the study have been statistically reviewed by the journal editor, a certified biostatistician.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS: The study complies with the standards of the Helsinki Declaration, approved by the Independent Committee for Ethics of Novosibirsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia (Krasny Prospekt, 52, Novosibirsk, 630091, Russia), Protocol No. 21 dated 06/15/2007.

ВКЛАД АВТОРОВ:

А.В. Макогон — разработка идеи и дизайна исследования, выполнение клинических исследований, инвазивных манипуляций (кордоцентез, внутриутробное переливание крови плоду), родоразрешение, сбор данных, анализ и интерпретация результатов, составление рукописи.

AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Arkadiy V. Makogon — forming the study's idea and design, performing of clinical investigations, invasive procedures (cordocentesis, intrauterine blood transfusion), delivery, data collection, analysis and interpretation of results, writing the text.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Mari G., Norton M. E., Stone J., Berghella V., Sciscione A.C., Tate D., Schenone M. H. Society for Maternal-Fetal Medicine (SMFM) Clinical Guideline #8: the fetus at risk for anemia--diagnosis and management. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2015; 212 (6): 697-710. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.01.059>
- Макогон А. В., Волкова В. М., Андрияшина И. В. Нормативы пиковой систолической скорости кровотока в средней мозговой артерии плода (12–40 нед гестации). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021; 3: 90–103. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-3-90-103>
[Makogon A. V., Volkova V. M., Andryushina I. V. Reference values of fetal middle cerebral artery peak systolic velocity (12–40 weeks of gestation). *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2021; 3: 90–103. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-3-90-103> (in Russian)]
- Макогон А. В., Неверов А. В., Андрияшина И. В. Пиковая систолическая скорость кровотока в средней мозговой артерии и кардио-торакальный индекс в диагностике анемии плода. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2022; 2: 28–48. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2022-2-28-48>.
[Makogon A. V., Neverov A. V., Andryushina I. V. Fetal middle cerebral artery peak systolic velocity and cardiothoracic ratio in fetal anemia diagnosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2022; 2: 28–48. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2022-2-28-48> (in Russian)]
- Клинические рекомендации «Резус-изоиммунизация. Гемолитическая болезнь плода». 2024. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics
[Clinical practice guidelines Rhesus isoimmunization. Hemolytic disease of the fetus. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics 2024 (in Russian)]
- Макогон А. В., Андрияшина И. В. Гемолитическая болезнь плода: мониторинг, лечение и родоразрешение. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2018; 17 (3): 45–52. <https://doi.org/10.20953/1726-1678-2018-3-45-52>
[Makogon A. V., Andryushina I. V. Haemolytic disease of the fetus: monitoring, treatment of the fetus and delivery. *Gynecology, Obstetrics and Perinatology.* 2018; 17 (3): 45–52. <https://doi.org/10.20953/1726-1678-2018-3-45-52> (in Russian)]
- Scheier M., Hernandez-Andrade E., Carmo A., Dezerega V., Nicolaidis K. H. Prediction of fetal anemia in rhesus disease by measurement of fetal middle cerebral artery peak systolic velocity. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2004; 23 (5): 432–436. <https://doi.org/10.1002/uog.1010>
- Martinez-Portilla R. J., Lopez-Felix J., Hawkins-Villareal A., Villafan-Bernal J. R., Paz Y., Mino F., Figueras F., Borrell A. Performance of fetal middle cerebral artery peak systolic velocity for prediction of anemia in untransfused and transfused fetuses: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2019; 54 (6): 722–731. <https://doi.org/10.1002/uog.20273>
- Mari G. Middle cerebral artery peak systolic velocity for the diagnosis of fetal anemia: the untold story. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2005; 25 (4): 323–330. <https://doi.org/10.1002/uog.1882>
- Lindenburg I.T., van Kamp I.L., van Zwet E.W., Middeldorp J.M., Klumper F.J., Oepkes D. Increased perinatal loss after intrauterine transfusion for alloimmune anaemia before 20 weeks of gestation. *BJOG.* 2013; 120 (7): 847–852. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.12063>
- Friszer S., Maisonneuve E., Mace G., Castaigne V., Cortey A., Mailloux A., Pernot F., Carbonne B. Determination of optimal timing of serial in-utero transfusions in red-cell alloimmunization. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (5): 600–605. <https://doi.org/10.1002/uog.14772>
- Способ неинвазивной диагностики умеренно тяжелой и тяжелой анемии у плода [Текст]: пат. 2826239 Рос. Федерация: МПК А61В 8/00 (2006.01) / Курцер М.А.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России. — № 2023133249; заявл. 14.12.23; опубл. 06.09.24, Бюл. № 25. 13 с.
[Method for non-invasive diagnosis of moderately severe and severe anaemia in fetus [Text]: inv. 2826239 Russian Federation: Int.Cl. A61B 8/00 (2006.01) / Kurtser M.A.; Proprietor(s) Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshegoobrazovaniia «Rossiiskii natsionalnyi issledovatel'skii meditsinskii universitet imeni N.I. Pirogova» Ministerstva zdravookhraneniia Rossiiskoi Federatsii. — № 2023133249; appl. 14.12.23; Date of publication: 06.09.2024 Bull. № 25. 13 p. (in Russian)]
- Клинические рекомендации «Резус-изоиммунизация. Гемолитическая болезнь плода». 2020. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/596_2
[Clinical practice guidelines Rhesus isoimmunization. Hemolytic disease of the fetus. 2020. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/596_2 (in Russian)]
- Михайлов А. В. Внутриматочные вмешательства под ультразвуковым контролем во время беременности. В кн: Москва: Видар. 1996. С. 280 — 302.
[Mikhailov A.V. Intrauterine interventions under ultrasound control during pregnancy. In the book: Clinical guidelines for ultrasound diagnostics. Ed. Mitkov V.V., Medvedev M.V. Volume 2. Moscow: Vidar. (In Russian) 1996. P. 280 — 302.]
- Detti L., Oz U., Guney I., Ferguson J.E., Bahado-Singh R.O., Mari G. Collaborative Group for Doppler Assessment of the Blood Velocity in Anemic Fetuses. Doppler ultrasound velocimetry for timing the second intrauterine transfusion in fetuses with anemia from red cell alloimmunization. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2001; 185 (5): 1048–1051. <https://doi.org/10.1067/mob.2001.118161>
- Friszer S., Maisonneuve E., Mace G., Castaigne V., Cortey A., Mailloux A., Pernot F., Carbonne B. Determination of optimal timing of serial in-utero transfusions in red-cell alloimmunization. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (5): 600–605. <https://doi.org/10.1002/uog.14772>
- Sallout B.I., Fung K.F., Wen S.W., Medd L.M., Walker

M.C. The effect of fetal behavioral states on middle cerebral artery peak systolic velocity. *Am J Obstet Gynecol.* 2004; 191(4): 1283-7. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2004.03.018>

17. Richardson B. S., Patrick J. E., Abduljabbar H. Cerebral oxidative metabolism in the fetal lamb: relationship to electrocortical state. *Am J Obstet Gynecol.* 1985; 153(4): 426-31. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(85\)90081-x](https://doi.org/10.1016/0002-9378(85)90081-x)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Макогон Аркадий Вилленович — врач акушер-гинеколог, врач ультразвуковой диагностики, к.м.н., руководитель группы медицины плода, МЦ «Авиценна» ГК «Мать и Дитя»
E-mail: arkady.makogon@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8469-5775>
Адрес: ул. Урицкого, д. 2, г. Новосибирск, 630007, Россия

Arkadiy V. Makogon — M.D., Ph.D., Head of Fetal Medicine Group, Avicenna Medical Center, Mother & Child Group of Companies
E-mail: arkady.makogon@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8469-5775>
Address: Uritskogo str., 2, Novosibirsk, 630007, Russia