



Обзор

Мозаицизм эмбрионов в программах экстракорпорального оплодотворения: от диагностической дилеммы к клиническому решению (обзор литературы)

Е.В. Кудрявцева¹, Е.В. Квашнина², Н.Ю. Лихачева¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский научно-исследовательский институт охраны материнства и младенчества» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Репина, д. 1, г. Екатеринбург, 620028, Россия

²Клиника АО ЦРНРФ Партус, ул. Белинского, д. 61, г. Екатеринбург, 620075, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Внедрение преимплантационного генетического тестирования на анеуплоидии (ПГТ-А) в программы экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) позволило повысить эффективность лечения бесплодия. Однако с появлением технологий секвенирования следующего поколения (NGS) клиницисты столкнулись с такой проблемой, как хромосомный мозаицизм эмбрионов. Вопрос о возможности их использования остается дискуссионным и требует анализа накопленных литературных данных.

Цель обзора. На основании анализа современных литературных данных представить актуальную информацию о биологии хромосомного мозаицизма эмбрионов, клинических исходах переноса мозаичных эмбрионов в программах ЭКО и практических алгоритмах ведения данной категории пациенток.

Материалы и методы. Проведен систематический поиск научных публикаций за период с 2015 по 2026 гг. В обзор включены оригинальные исследования, систематические обзоры, мета-анализы и рекомендации профессиональных сообществ, посвященные хромосомному мозаицизму эмбрионов.

Результаты. Частота выявления мозаицизма при ПГТ-А составляет в среднем 15–25% и зависит от чувствительности метода диагностики, возраста пациентки и протоколов анализа. Согласно современным данным, МЭ с низким уровнем мозаицизма (менее 50%) демонстрируют частоту живорождения, сопоставимую с эуплоидными эмбрионами (ЭЭ). Морфологическое качество эмбриона является более сильным предиктором успеха переноса, чем статус мозаицизма. Перенос МЭ ассоциирован с более высоким риском невынашивания беременности, однако в подавляющем большинстве случаев при прогрессирующей беременности кариотип плода оказывается нормальным.

Заключение. МЭ обладают реальным репродуктивным потенциалом. При отсутствии ЭЭ, перенос МЭ является клинически оправданной стратегией, особенно для пациенток старшей возрастной группы. Обязательным условием является информированное согласие пациентов и проведение инвазивной пренатальной диагностики при наступлении беременности для верификации кариотипа плода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мозаицизм эмбрионов, преимплантационное генетическое тестирование, ПГТ-А, ЭКО, изолированный плацентарный мозаицизм, амниоцентез, пренатальная диагностика

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кудрявцева Е.В., Квашнина Е.В., Лихачева Н.Ю. Мозаицизм эмбрионов

в программах экстракорпорального оплодотворения: от диагностической дилеммы к клиническому решению (обзор литературы). *Вестник охраны материнства и младенчества*. 2026;3(2):42–52. <https://doi.org/10.69964/BMCC-2026-3-2-42-52>

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: Кудрявцева Елена Владимировна — доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отделения сохранения репродуктивной

функции Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский научно-исследовательский институт охраны материнства и младенчества» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: ул. Репина, д. 1, г. Екатеринбург, 620028, Россия. Тел.: +7 (922) 616-40-12. E-mail: elenavladpopova@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-1926>

Получена: 20.05.2026. Принята к публикации: 15.06.2026
© Кудрявцева Е.В., Квашнина Е.В., Лихачева Н.Ю., 2026

Review

Embryo mosaicism in *in vitro* fertilization programs: from diagnostic dilemma to clinical decision (literature review)

Elena V. Kudryavtseva¹, Elena V. Kvashnina², Natalia Yu. Likhacheva¹

¹ Federal State Budgetary Institution "Ural Research Institute of Maternity and Child Care" of the Ministry of Health of the Russian Federation, st. Repina, 1, Ekaterinburg, 620028, Russia

² Clinic "ECO Center Partus", Belinsky Str., 61, Ekaterinburg, 620075, Russia

ABSTRACT

Introduction. The introduction of preimplantation genetic testing for aneuploidies (PGT-A) into *in vitro* fertilization (IVF) programs has improved the effectiveness of infertility treatment. However, with the advent of next-generation sequencing (NGS) technologies, clinicians are faced with the problem of embryo chromosomal mosaicism. The feasibility of their use remains controversial and requires an analysis of the accumulated literature.

Objective. Based on an analysis of current literature, this paper presents up-to-date information on the biology of embryo chromosomal mosaicism, the clinical outcomes of mosaic embryo transfer in IVF programs, and practical algorithms for managing this category of patients.

Materials and Methods. A systematic search of scientific publications for the period from 2015 to 2026 was conducted. The review includes original studies, systematic reviews, meta-analyses, and recommendations from professional societies dedicated to embryo chromosomal mosaicism.

Results. The detection rate of mosaicism in PGT-A averages 15–25% and depends on the sensitivity of the diagnostic method, the patient's age, and the testing protocols. According to current data, low-mosaicity MEs (less than 50%) demonstrate live birth rates comparable to euploid embryos (EEs). Embryo morphological quality is a stronger predictor of transfer success than mosaicism status. ME transfer is associated with a higher risk of miscarriage; however, in the vast majority of cases with ongoing pregnancy, the fetal karyotype is normal.

Conclusion. MEs have real reproductive potential. In the absence of EE, ME transfer is a clinically justified strategy, especially for older patients. Informed patient consent and invasive prenatal testing upon pregnancy to verify the fetal karyotype are mandatory.

KEYWORDS: embryo mosaicism, preimplantation genetic testing, PGT-A, IVF, placental mosaicism, amniocentesis, prenatal diagnosis

FOR CITATION: Kudryavtseva E.V., Kvashnina E.V., Likhacheva N.Yu. Embryo mosaicism in *in vitro*

fertilization programs: from diagnostic dilemma to clinical decision (literature review). *Bulletin of Maternity and Child Care*. 2026; 3(2): 42–52. <https://doi.org/10.69964/BMCC-2026-3-2-42-52> (In Russ).

FUNDING SOURCES: the authors declare no sponsorship support for the conduct of this study.

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.

CORRESPONDING AUTHOR: *Elena V. Kudryavtseva* — MD, Associate Professor, Leading Researcher, Department of Reproductive Function

Preservation, Federal State Budgetary Institution "Ural Research Institute for Maternal and Child Health" of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: st. Repina, 1, Ekaterinburg, 620028, Russia. Phone: +7 (922) 616-40-12. E-mail: elenavladpopova@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-1926>

Received: 20.05.2026. Accepted: 15.06.2026

© Kudryavtseva E.V., Kvashnina E.V., Likhacheva N.Yu., 2026

Введение

Преимплантационное генетическое тестирование на анеуплоидии хромосом (ПГТ-А) прочно вошло в клиническую практику программ экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) как метод отбора эмбрионов с нормальным хромосомным набором [1,2]. Доказано, что применение ПГТ-А снижает количество неудачных переносов. Предполагается, что широкое внедрение этой технологии также может снизить количество самопроизвольных выкидышей и невынашивания беременности (НБ) в 1 триместре и повысить вероятность живорождения [3,4].

Однако по мере совершенствования методов молекулярно-генетического анализа, в частности внедрения технологий секвенирования нового поколения (next generation sequencing — NGS), клиницисты столкнулись с феноменом, требующим пересмотра устоявшихся подходов — хромосомным мозаицизмом [4–6].

Под мозаицизмом понимают одновременное присутствие в эмбрионе двух и более клеточных линий с различным хромосомным набором, развившихся из одной зиготы [2,7]. В отличие от химеризма, возникающего при слиянии разных зигот, мозаицизм является следствием митотических ошибок на ранних этапах эмбрионального развития [8]. Ключевая особенность, отличающая мозаицизм от полных форм анеуплоидий, заключается в наличии хотя бы одной эуплоидной клеточной линии наряду с анеуплоидными [7,8].

Согласно современным данным, частота выявления мозаицизма при проведении ПГТ-А варьирует в широких пределах и составляет в среднем около 15–25% от числа проанализированных бластоцист [7,9,10].

Долгое время мозаичные эмбрионы (МЭ) рассматривались как аномальные и исключались из программ переноса. Поворотным моментом стало исследование Greco et al. (2015), в котором впервые были описаны случаи рождения здоровых детей после переноса МЭ

[11]. Эта работа положила начало активному изучению репродуктивного потенциала МЭ и поставила перед репродуктологами и генетиками принципиальный вопрос: является ли мозаицизм безусловной патологией или же в определенных пределах его можно рассматривать как вариант нормального развития эмбриона?

В последующие годы был выполнен ряд крупных исследований, проливающих свет на эту проблему. В проспективном неселекционном исследовании Capalbo et al. (2021) было показано, что МЭ с низким уровнем мозаицизма (менее 50%) демонстрируют частоту имплантации, сопоставимую с таковой у эуплоидных эмбрионов [12]. Более того, пренатальная диагностика после переноса мозаичных эмбрионов подтверждает нормальный кариотип плода в 86% случаев, что свидетельствует о феномене самокоррекции эмбриона — элиминации анеуплоидных клеток на ранних этапах эмбриогенеза [7].

На основании накопленных данных ведущие международные профессиональные сообщества, включая Европейское общество репродукции человека и эмбриологии (ESHRE), пересмотрели свои рекомендации. В документе ESHRE (2022) сформулированы принципы валидации методов диагностики мозаицизма, критерии отнесения эмбрионов к мозаичным, а также алгоритмы клинического ведения циклов с переносом таких эмбрионов [13]. Ключевым элементом этих рекомендаций является необходимость ранжирования мозаичных эмбрионов по степени приоритетности для переноса с учетом уровня и типа мозаицизма, что было детально разработано в работе Viotti et al. (2021) на основании анализа 1000 переносов [14].

Вместе с тем, несмотря на растущее количество доказательств, в практическом здравоохранении, в том числе и в России, сохраняется осторожное отношение к переносу МЭ. Отсутствуют унифицированные протоколы ведения таких пациенток, не до конца

регламентированы вопросы информированного согласия и пренатального мониторинга.

Цель настоящего обзора: на основании анализа современных литературных данных представить актуальную информацию о биологии мозаицизма, клинических исходах переноса мозаичных эмбрионов и практических алгоритмах ведения данного контингента пациенток в программах ЭКО.

Материалы и методы

Поиск научных публикаций проводился в электронных базах данных PubMed/MEDLINE, eLibrary, Google Scholar за период с 2015 г. (год публикации первого сообщения о рождении здоровых детей после переноса МЭ [11]) по апрель 2026 г.

Поисковые запросы включали следующие ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «мозаицизм эмбрионов» (embryonic mosaicism), «ПГТ-А» (PGT-A), «перенос мозаичных эмбрионов» (mosaic embryo transfer), «биопсия трофобластической оболочки» (trophoblast biopsy).

Критерии включения:

- оригинальные исследования, систематические обзоры и мета-анализы, посвященные хромосомному мозаицизму эмбрионов;
- клинические исследования с оценкой исходов переноса мозаичных эмбрионов (частота имплантации, частота живорождения, частота выкидыша);
- публикации на русском, английском или китайском языках;
- исследования с доступом к полному тексту или с развернутой аннотацией.

Критерии исключения:

- отдельные клинические случаи (за исключением исторически значимых);
- исследования на животных моделях;
- публикации, посвященные исключительно преимплантационному генетическому тестированию моногенных заболеваний (ПГТ-М);
- тезисы конференций без публикации полного текста.

Результаты

Частота выявления мозаицизма напрямую зависит от чувствительности применяемого метода диагностики. Использование методов сравнительной геномной гибридизации (array comparative genome hybridization — aCGH) позволяет детектировать мозаицизм начиная с уровня 40%, тогда как NGS — с уровня 20% анеуплоидных клеток [8]. Именно внедрение NGS в рутинную практику ПГТ-А привело

к значительному росту регистрируемой частоты МЭ [7,14].

Согласно современным данным, частота хромосомного мозаицизма у эмбрионов человека на стадии бластоцисты варьирует в широких пределах — от 3–5% до 30–35% и более [1,7,10]. Столь значительный разброс связан не только с биологической вариабельностью, но и с различиями в протоколах биопсии, методах амплификации ДНК и подходах к биоинформатическому анализу [1,15].

Наиболее репрезентативные данные получены в крупном мультицентровом исследовании, охватившем 21 345 циклов ПГТ-А (86 208 эмбрионов) из 289 клиник 8 регионов. Согласно результатам этого анализа, общая частота мозаицизма составила 15,8%, из которых 8,0% пришлось на низкий уровень мозаицизма (20–40%) и 7,9% — на высокий (40–80%) [8]. Эти цифры близки к данным российского систематического обзора, согласно которому средняя доля анеуплоидных клеток при мозаицизме оценивается ~в 25% (6–69%) [7].

Важной закономерностью является обратная зависимость частоты мозаицизма от возраста пациентки. Наибольшая частота как низкого, так и высокого уровня мозаицизма регистрируется в возрастной группе моложе 35 лет, тогда как с увеличением возраста доля мозаичных эмбрионов снижается, уступая место полным формам анеуплоидий и комплексным аномалиям [12,16]. Это наблюдение подтверждает гипотезу о преимущественно митотическом (постзиготном) происхождении мозаицизма, в отличие от мейотических анеуплоидий, частота которых, напротив, растет с возрастом [8,17].

В зависимости от характера цитогенетических нарушений выделяют следующие основные типы мозаицизма [8]:

- мозаицизм по целым хромосомам (MCX) — одновременное присутствие эуплоидной и анеуплоидной клеточных линий, различающихся по числу целых хромосом;
- сегментарный мозаицизм (CM) — наличие клеточных линий с вариациями числа копий (CNV — copy number variation) фрагментов хромосом (делеции, дупликации);
- комплексный мозаицизм — вовлечение двух и более хромосом или сегментов.

По уровню (проценту анеуплоидных клеток) в соответствии с консенсусом Международного общества преимплантационной генетической диагностики (Preimplantation Genetic Diagnosis International Society — PGDIS) [18] и ESHRE [13] принято выделять:

- низкий уровень: 20–30% (по некоторым данным до 50%) анеуплоидных клеток;
- средний уровень: 30–50%;
- высокий уровень: более 50%.

Исследования показывают, что мозаицизм распределяется по геному неравномерно. В ретроспективном анализе 461 биоптата ПГТ-А установлено, что мозаицизм преимущественно поражает хромосомы 1–9 (причем наиболее часто вовлекаются хромосомы 1, 7, и 9). В противоположность этому, полные формы анеуплоидий чаще затрагивают хромосомы 16–22 (особенно хромосомы 16, 19 и 22) [19].

Первые рекомендации PGDIS (2016) фактически ограничивали перенос МЭ ситуациями, когда у пациентки полностью отсутствовали эуплоидные эмбрионы (ЭЭ) [20]. В 2019 году PGDIS обновил позицию: эмбрионы с уровнем мозаицизма 20–50% стали рассматриваться как потенциально пригодные для переноса. При этом порог в 50% был предложен в качестве критического разделения между низким и высоким уровнем мозаицизма. Для высокого уровня мозаицизма (50–80%) было предложено проявлять осторожность, особенно в отношении трисомий 21, 18 и 13, ассоциированных с возможностью живорождения [2,18].

В период 2020–2022 гг. появились новые крупные исследования. Проспективное неселекционное исследование Capalbo et al. (2021) показало, что эмбрионы с уровнем мозаицизма ниже 50% демонстрируют частоту живорождения, сопоставимую с ЭЭ [12]. Viotti et al. (2021) на основании анализа 6561 переносов, среди которых 1000 — МЭ, подтвердили, что эмбрионы с низким уровнем мозаицизма (ниже 50%) имеют клинические исходы, близкие к эуплоидным, тогда как высокий уровень ассоциирован со значительно худшими результатами [14].

Именно в этот период обозначились расхождения между позициями ведущих профессиональных организаций.

PGDIS (позиция 2021 года) рекомендовала перенос низкоуровневых МЭ (20–50%) независимо от типа хромосомной аномалии (XA) [21].

ESHRE (рекомендации 2022 года) [13] при этом избегало формулирования конкретных пороговых значений из-за отсутствия надежных клинических данных. Каждый центр, согласно подходу ESHRE, должен валидировать собственные методы и пороги диагностики мозаицизма.

Современные данные еще более смягчили подходы. Исследование 2 621 переноса (2023) показало, что при выборе эмбриона

для переноса морфологическое качество должно иметь приоритет над статусом мозаицизма: частота живорождения при переносе морфологически хороших МЭ (44,8%) не отличалась от таковой для ЭЭ аналогичного качества (46,2%), тогда как перенос ЭЭ низкого качества снижал этот показатель до 21% [22]. Ключевой вывод данного исследования: морфология эмбриона является более сильным предиктором успеха, чем статус мозаицизма. Авторы прямо заявляют, что в современных технологических условиях отчетность об уровне мозаицизма, по-видимому, не имеет клинической ценности [22]. Интересные результаты при проведении Time-lapse анализа описаны в работе Listori et al. (2025): мозаичные эмбрионы развиваются несколько медленнее, чем эуплоидные, но значительно быстрее анеуплоидных. Кроме того, эмбрионы с более высоким KID-score демонстрируют лучшие клинические результаты [23].

Согласно систематическому обзору и мета-анализу Molin et al. (2025), МЭ демонстрируют значимо более низкие показатели имплантации и живорождения по сравнению с ЭЭ, что подтверждает превосходящий репродуктивный потенциал последних [24]. Авторы отмечают, что ключевым фактором является именно имплантация: после ее наступления частота потери беременности сопоставима между группами [24]. Сегментарный мозаицизм ассоциируется с лучшим прогнозом по сравнению с мозаицизмом по целым хромосомам [24,25]. Большинство авторов сходятся во мнении, что МЭ с МЦХ и уровнем мозаицизма выше 50–60% имеют низкий приоритет при переносе [24,25].

Убедительные данные получены в проспективном двойном слепом неселекционном исследовании Capalbo et al. (2021), которое специально было спроектировано для оценки репродуктивного потенциала МЭ. В этом исследовании частота живорождения после переноса ЭЭ эмбрионов составила 43,4%, низкоуровневых МЭ — 42,9%, а среднеуровневых МЭ — 42,0% [12]. Различия между группами не достигли статистической значимости [12].

Крайне важный вывод этого исследования заключается в следующем: если бы эмбрионы с низким или умеренным уровнем мозаицизма по целым хромосомам были классифицированы как аномальные и исключены из клинического использования, частота живорождений на цикл снизилась бы на 36% без какой-либо клинической пользы [12]. Это прямое доказательство того, что отказ от переноса МЭ при отсутствии ЭЭ неоправданно снижает эффективность программ ЭКО.

Аналогичные данные получены в исследовании с использованием неинвазивного ПГТ-А (нПГТ-А). В работе, опубликованной в журнале *Fertility and Sterility* (2025), анализ 1096 циклов показал, что частота «биохимической беременности» (положительного анализа на ХГЧ) была сопоставима между группами: 51,1% для ЭЭ и 47,5% для МЭ с уровнем мозаицизма 20-40%, выявленных с помощью нПГТ-А (различия не значимы) [26].

При высоком уровне мозаицизма не все исследования подтвердили сопоставимость исходов при переносе МЭ и ЭЭ. В частности, исследовании Viotti и соавт. (2021) показано, что МЭ с МЦХ низкого уровня (менее 50% анеуплоидных клеток) имеют значительно более благоприятные исходы по сравнению с теми, у кого количество анеуплоидных клеток более 50%: имплантация 44,5% против 30,4%, частота продолжающейся беременности (более 12 недель) — 36,1% против 19,3% [14]. Это исследование также подтвердило, что тип ХА имеет значение для прогноза. Наилучшие исходы продемонстрировали эмбрионы с СМ по одной хромосоме, тогда как МЭ с вовлечением трех и более хромосом имели наихудшие показатели [14].

Еще более выраженная разница продемонстрирована в японском ретроспективном исследовании Harada et al. (2025) [27]. Частота живорождения в группе ЭЭ составила 52,9%, в группе низкоуровневых МЭ — 35,7%, тогда как в группе высокоуровневых МЭ — лишь 17,6% (различия статистически значимы) [27]. При этом авторы отмечают, что ни одного доношенного живорождения не зарегистрировано в группе высокоуровневых МЭ с трисомией или сегментарной анеуплоидией, хотя три живорождения были получены в группе высокоуровневых МЭ с моносомией [27]. В то же время, некоторые авторы осторожно высказывают мнение о том, что даже эмбрионы, классифицированные как анеуплоидные, имеют потенциал для имплантации и рождения здорового ребенка, поскольку результаты биопсии при проведении ПГТ-А не отражают плоидности всего эмбриона [28].

Важное практическое значение имеет вопрос о предпочтительной стратегии у пациентов с наличием только МЭ. В модели принятия решений, разработанной Khorshid et al. (2024), проведено сравнение между переносом МЭ и проведением дополнительного цикла ЭКО с ПГТ-А [29]. Результаты показывают, что для пациенток моложе 43 лет дополнительный цикл ЭКО с ПГТ-А обеспечивает более высокую относительную частоту живорождений: на 20% для пациенток моложе 35 лет, на 15% для 35–37

лет, на 17% для 38–39 лет и на 6% для 40–42 лет при среднем дополнительном расходе в размере 16 633 долларов США. Однако в возрасте 43 лет и старше перенос мозаичного эмбриона приводит к более высокой частоте живорождений (на 5% для 43–44 лет, на 3% для старше 44 лет) при среднем снижении затрат на 9572 долларов США [29].

Авторы заключают, что перенос МЭ является предпочтительной альтернативой для пациентов с 43 лет, у которых отсутствуют ЭЭ, а также для женщин моложе 43 лет, которые не могут пройти дополнительные циклы ЭКО [29].

Одним из ключевых вопросов при оценке целесообразности переноса МЭ является риск потери беременности. Накопленные данные свидетельствуют о том, что МЭ ассоциированы с более высоким риском НБ по сравнению с ЭЭ, хотя этот риск существенно варьирует в зависимости от уровня и типа мозаицизма.

В мультицентровом исследовании Viotti et al. (2023), частота НБ в группе имплантировавшихся ЭЭ была существенно ниже и составила 8,9% по сравнению с 22,2% в группе МЭ [1]. Наиболее высокий риск наблюдался при переносе МЭ с МЦХ — 27,6% (95% ДИ 23,2–32,3) [1].

Эти данные согласуются с результатами мета-анализа, проведенного в рамках систематического обзора Molin et al. (2025), который подтвердил, что частота живорождения при переносе МЭ значимо ниже, чем при переносе ЭЭ [24]. Авторы отмечают, что основной вклад в это различие вносит именно более высокая частота НБ после имплантации.

В проспективном мультицентровом исследовании, включившем центры трех азиатских стран (всего включено 137 переносов МЭ, 476 переносов ЭЭ и 835 эмбрионов, которым ПГТ-А не проводилось) были получены следующие результаты: перенос (МЭ) привел к значительно более низкой частоте клинической беременности (40,1% против 59,0% в группе ЭЭ и против 48,4% без ПГТ-А), более низкой частоте живорождения (соответственно 27,1%, 47,0% и 35,1 %) и более высокой частоте НБ (соответственно 33,3%, 20,5% и против 27,4%), чем при переносе ЭЭ и эмбрионов без ПГТ-А [30]. Но при этом все 37 живорождений после переноса МЭ, описанные в данной исследовании, были признаны жизнеспособными, при этом 8 из них сопровождалась ИПД с нормальными результатами [30].

В исследовании Viotti et al. (2023) из 250 беременностей после переноса МЭ, прошедших пренатальную диагностику, только в трех (1,2%) случаях был подтвержден мозаицизм при проведении инвазивной пренатальной диагностики (ИПД) [1].

Центральным понятием для понимания исходов переноса МЭ является феномен ограниченного плацентарного мозаицизма (ОПМ) — состояния, при котором ХА присутствует в части клеток плаценты, но отсутствует в клетках самого плода [31]. ОПМ при биопсии хориона диагностируется примерно в 2% жизнеспособных беременностей [31]. При биопсии трофобласта в рамках ПГТ-А анализируются именно клетки, которые в дальнейшем дадут начало преимущественно внеэмбриональным тканям (хориону), а не самому плоду [32]. Актуальное исследование по данному вопросу опубликовано в 2024 году. Hong et al. провели ретроспективный анализ 88 переносов МЭ (порог мозаицизма 20-80% по результатам NGS) [33]. Из 88 перенесенных мозаичных эмбрионов 77 успешно имплантировались, 67 беременностей продолжились более 11 недель (87,0%). Амниоцентез был выполнен 33 пациенткам (56,9% от всех продолжающихся беременностей) и в 31 случае (93,9%) кариотип плода был нормальным (эуплоидным). В 2 случаях (6,1%) выявлены ХА, которые не коррелировали с результатами ПГТ-А (одна сбалансированная транслокация, унаследованная от матери и одна микроудупликация X-хромосомы) [33].

При этом в ряде работ подчеркивается, что не следует рекомендовать в качестве метода скрининга после переноса МЭ неинвазивный пренатальный тест (НИПТ) из-за высокого риска ложно-положительных результатов, обусловленного плацентарным происхождением тестируемой ДНК. В исследовании Wu et al. (2021) из 8 случаев с ложноположительными результатами НИПТ у 5 был подтвержден ОПМ с вовлечением трисомий 9, 13, 21, 22 и X [34]. Уровень мозаицизма в разных отделах плаценты варьировал от 4% до 80% [34].

В систематическом обзоре Eggenhuizen et al. (2021), обсуждается, что точная диагностика мозаицизма остается технически сложной задачей [35]. В обзоре West и Everett (2022) подчеркивается, что большинство детей рождаются с нормальным кариотипом, и истинный мозаицизм у новорожденных встречается редко [32]. Амниоцентез является надежным методом верификации кариотипа плода после переноса мозаичного эмбриона. Также может использоваться кордоцентез, однако риск осложнений беременности при этом выше [36].

Несмотря на обнадеживающие данные, клиницисты должны знать о существовании редких исключений. В обзоре 2024 году, сообщается, что задокументировано 2155 переносов

МЭ, которые привели к 440 живорождениям здоровых детей, однако в этой же работе описано 6 случаев персистенции мозаицизма у плода (новорожденного) [37]. В анализе 580 опубликованных случаев сегментарного мозаицизма (2022) выявлено несколько факторов, определяющих наличие его клинических проявлений: высокая доля аномальных клеток, женский пол, тип ХА, вовлеченные хромосомы и возраст матери [38].

Важным для прогнозирования неонатальных исходов является вопрос о влиянии переноса МЭ на риск акушерских осложнений.

В исследованиях переноса МЭ с низким уровнем мозаицизма не было выявлено значимых различий в частоте преждевременных родов между группами [39]. Средняя масса тела при рождении в группе ЭЭ и МЭ также существенно не различалась [1,39].

Долгосрочное наблюдение (до 3 лет) за детьми, рожденными после переноса МЭ, показало, что частота госпитализаций, хронических заболеваний и других проблем со здоровьем сопоставима с таковой у детей после переноса ЭЭ [39].

Заключение

Подводя итог анализу современных литературных данных, можно с уверенностью утверждать, что феномен хромосомного мозаицизма эмбрионов перестал быть областью академических споров и стал повседневной клинической реальностью для репродуктологов и генетиков.

За десятилетие, прошедшее с момента первой публикации о рождении здоровых детей после переноса МЭ произошла кардинальная смена парадигмы: от категорического запрета к дифференцированному подходу, учитывающему уровень, тип мозаицизма и, что особенно важно, морфологическое качество эмбриона [33,40].

Современные данные свидетельствуют, что эмбрионы с низким уровнем мозаицизма (менее 50% анеуплоидных клеток) демонстрируют частоту живорождения, сопоставимую с ЭЭ, и их перенос является клинически оправданной стратегией. В подавляющем большинстве случаев (93,9% по данным амниоцентеза) анеуплоидные клетки остаются в плаценте, тогда как плод формируется из эуплоидной внутренней клеточной массы [33]. Риск истинного плодового мозаицизма и ВПР остается крайне низким [37].

Вместе с тем, клиницисты должны осознавать, что этот риск не равен нулю. В литературе описаны случаи персистенции мозаицизма с последующим живорождением [41].

Это диктует необходимость обязательного информирования пациентов о потенциальных рисках и необходимости проведения ИПД.

Оптимальная стратегия ведения пациентов с МЭ сегодня выглядит следующим образом: при наличии ЭЭ перенос следует начинать с них. При их отсутствии возможен перенос МЭ (в первую очередь с количеством анеуплоидных клеток менее 50%). Это является обоснованной альтернативой дополнительному циклу стимуляции, особенно для пациенток старшей возрастной группы [29,33]. В случае наступления беременности обязательным является проведение амниоцентеза

или кордоцентеза для окончательной верификации кариотипа плода.

Несмотря на значительный прогресс в понимании природы мозаицизма, ряд вопросов остается открытым. Необходимы дальнейшие исследования с длительным катамнезом детей, рожденных после переноса МЭ, а также разработка унифицированных клинических протоколов и стандартизация подходов к диагностике и отчетности. В российском здравоохранении, где осторожное отношение к переносу МЭ сохраняется, особенно актуальным является внедрение современных рекомендаций в повседневную практику.

ДЕКЛАРАЦИЯ О НАЛИЧИИ ДАННЫХ: данные, подтверждающие выводы настоящего исследования, можно получить у контактного автора по обоснованному запросу.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ: проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki), одобрено Комитетом по этике Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский научно-исследовательский институт охраны материнства и младенчества» Министерства Здравоохранения Российской Федерации (ул. Репина, д. 1, г. Екатеринбург, 620028, Россия), протокол № 13 от 22.10.2025 г.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Е.В. Кудрявцева — разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация результатов, составление черновика рукописи, критический пересмотр, редактирование рукописи и формирование его окончательного варианта; *Е.В. Квашнина* — критический пересмотр, редактирование рукописи и формирование его окончательного варианта; *Н.Ю. Лихачева* — поиск источников научной литературы, составление черновика рукописи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающее надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой части работы.

DATA AVAILABILITY STATEMENT: data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS: the research conducted complies with the standards of the Declaration of Helsinki, approved by the Ethics Committee of the Federal State Budgetary Institution "Ural Research Institute for Maternal and Infant Protection" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Repin Str., 1, Ekaterinburg, 620028, Russia). Protocol No. 13 of 22.10.2025.

AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Elena V. Kudryavtseva — development the study concept and design, analysis and interpretation the results, drafting the manuscript, critical revision, editing of the manuscript and formation of its final version; *Elena V. Kvashnina* — critical revision, editing of the manuscript and formation of its final version; *Natalia Yu. Likhacheva* — searching for scientific literature sources and drafting the manuscript.

All authors approved the final version of the article before publication and agreed to be accountable for all aspects of the work, including appropriately investigating and resolving questions related to the accuracy and integrity of any part of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Viotti M., Greco E., Grifo J.A., Madjunkov M., Librach C., Cetinkaya M. et al. Chromosomal, gestational, and neonatal outcomes of embryos classified as a mosaic by preimplantation genetic testing for aneuploidy. *Fertil Steril* 2023;120:957–66. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2023.07.022>
- Макарова Н.П., Екимов А.Н., Кулакова Е.В., Драпкина Ю.С., Сысоева А.П., Краснова Н.А. и др. Особенности мозаицизма у эмбрионов человека в программах лечения бесплодия методами вспомогательных репродуктивных технологий. *Акушерство и гинекология*. 2021;(7):144–151.

- <https://doi.org/10.18565/aig.2021.7.144-151>. [Makarova N.P., Ekimov A.N., Kulakova E.V., Drapkina Yu.S., Sysoeva A.P., Krasnova N.A. et al. Features of mosaicism in human embryos in infertility treatment programs using assisted reproductive technologies. *Obstetrics and Gynecology*. 2021;(7):144–151. (in Russian)].
3. Барановская Е.И., Воронетский А.Н. Анеуплоидия и мозаицизм: медико-социальная значимость и совершенствование диагностики. *Акушерство и гинекология*. 2025;(3):37–43. <https://doi.org/10.18565/aig.2025.27>. [Baranovskaya E.I., Voronetsky A.N. Aneuploidy and mosaicism: medical and social significance and improvement of diagnostics. *Akusherstvo i ginekologiya*. 2025;(3):37–43. (in Russian)].
 4. Kudryavtseva E.V., Fedenev S.N., Kanivets I.V., Troitskaya A.N., Kovalev V.V. Miscarriages after Natural Conception & IVF: Comparative Study of Genetic Analysis of Products of Conception. *OBM Genet* 2024;08:1–16. <https://doi.org/10.21926/obm.genet.2403255>
 5. Сыркашева А.Г., Софронова Я.В., Трошина М.Н., Добровольская Д.А. Мозаицизм эмбрионов в клинической практике: интерпретация результатов ПГТ-А и тактика ведения пациентов (обзор литературы). *Медицинская генетика*. 2026;25(2):17–23. <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2026.02.17-23>. [Syrykasheva A.G., Sofronova Ya.V., Troshina M.N., Dobrovolskaya D.A. Embryonic mosaicism in clinical practice: interpretation of PGT-A results and patient management tactics (review). *Meditsinskaya genetika*. 2026;25(2):17–23. (in Russian)].
 6. Сухих Г.Т., Трофимов Д.Ю., Шубина Е., Дегтярев Е.Н., Маслеников Д.Н., Мукосей И.С. и др. Методические рекомендации «Применение высокопроизводительного секвенирования и молекулярного кариотипирования на микроматрицах в пренатальный период». *Акушерство и гинекология*. 2024;(5):25–43. <https://doi.org/10.18565/aig.2024.52>. [Sukhikh G.T., Trofimov D. Yu., Shubina E., Degtyarev E.N., Maslennikov D.N., Mukosey I.S. et al. Methodological recommendations «Application of high-throughput sequencing and molecular karyotyping on microarrays in the prenatal period». *Akusherstvo i ginekologiya*. 2024;(5):25–43. (in Russian)].
 7. Савостина Г.В., Тимофеева А.В., Екимов А.Н., Перминова С.Г., Назаренко Т.А. Хромосомный мозаицизм у человеческих эмбрионов: вариант нормального развития или патология? *Акушерство и гинекология*. 2025;(9):30–38. <https://doi.org/10.18565/aig.2025.157>. [Savostina G.V., Timofeeva A.V., Ekimov A.N., Perminova S.G., Nazarenko T.A. Chromosomal mosaicism in human embryos: a variant of normal development or pathology? *Akusherstvo i ginekologiya*. 2025;(9):30–38. (in Russian)].
 8. Armstrong A., Kroener L., Miller J., Nguyen A., Kwan L., Quinn M. The nature of embryonic mosaicism across female age spectrum: an analysis of 21,345 preimplantation genetic testing for aneuploidy cycles. *F&S Reports* 2023;4:256–61. <https://doi.org/10.1016/j.xfre.2023.03.008>
 9. Greco E., Litwicka K., Minasi M.G., Cursio E., Greco P.F., Barillari P. Preimplantation Genetic Testing: Where We Are Today. *Int J Mol Sci* 2020;21. <https://doi.org/10.3390/ijms21124381>
 10. Лысенко Д.Д., Тришкин А.Г., Ильин А.С., Зотова О.А., Шмелев А.А. Генетический профиль эмбрионов в программе вспомогательных репродуктивных технологий в Кузбассе (Кемерово) по результатам преимплантационного генетического тестирования. *Медицинский вестник юга России*. 2025;16(3):30–37. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2025-16-3-30-37>. [Lysenko D.D., Trishkin A.G., Ilyin A.S., Zotova O.A., Shmelev A.A. Genetic profile of embryos in assisted reproductive technology programs in Kuzbass (Kemerovo) based on preimplantation genetic testing results. *Meditsinskiy vestnik yuga Rossii*. 2025;16(3):30–37. (in Russian)].
 11. Greco E., Minasi M.G., Fiorentino F. Healthy Babies after Intrauterine Transfer of Mosaic Aneuploid Blastocysts. *N Engl J Med* 2015;373:2089–90. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1500421>
 12. Capalbo A., Poli M., Rienzi L., Girardi L., Patassini C., Fabiani M. et al. Mosaic human preimplantation embryos and their developmental potential in a prospective, non-selection clinical trial. *Am J Hum Genet* 2021;108:2238–47. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2021.11.002>
 13. De Rycke M., Capalbo A., Coonen E., Coticchio G., Fiorentino F., Goossens V. et al. ESHRE survey results and good practice recommendations on managing chromosomal mosaicism. *Hum Reprod Open* 2022;2022:hoac044. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoac044>
 14. Viotti M., Victor A.R., Barnes F.L., Zouves C.G., Besser A.G., Grifo J.A. et al. Using outcome data from one thousand mosaic embryo transfers to formulate an embryo ranking system for clinical use. *Fertil Steril* 2021;115:1212–24. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2020.11.041>
 15. Ковтун О.П., Кудрявцева Е.В., Овсова О.В., Невмержицкая К.С., Корякина О.В., Третьякова Т.Б. *Медицинская генетика: учебное пособие*. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного медицинского университета; 2025. 192 с. [Kovtun O.P., Kudryavtseva E.V., Ovsova O.V., Nevmerzhitskaya K.S., Koryakina O.V., Tretyakova T.B. *Medical genetics: textbook*. Ekaterinburg: Ural State Medical University Publishing House; 2025. 192 p. (in Russian)].
 16. Volodyaev I., Ivanova A., Korchivaia E., Surnov A., Pomerantseva E., Lebedev I.N. et al. The chromosomal challenge of human embryos: prevalence of aneuploidy and mosaicism. *F&S Rev* 2025;6:100082. <https://doi.org/10.1016/j.xfnr.2024.100082>
 17. Жуйков А.А., Боярский К.Ю., Семененко А.Е., Жуйкова С.Е. Эффективность и безопасность применения преимплантационного генетического тестирования у женщин позднего репродуктивного возраста. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2024;(9):156–164. <https://doi.org/10.37882/2223-2966.2024.9.12>. [Zhuykov A.A., Boyarsky K.Yu., Semenenko A.E., Zhuykova S.E. Efficiency and safety of preimplantation genetic testing in women of advanced reproductive age. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2024;(9):156–164. (in Russian)].
 18. Cram D., Leigh D. Updated pgdis recommendations for replacement of mosaic embryos. *Reprod Biomed Online* 2019;39:e11–2. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.04.032>
 19. Doroftei B., Savuca A., Anton N., Maftai R., Cretu A.-M., Bivoleanu A.R. et al. Clinical Insights Regarding the Targeted Chromosomal Region for Mosaicism and Aneuploidy in Embryos in IVF Treatment and Literature Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)* 2025;15. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15111375>
 20. Preimplantation Genetic Diagnosis International Society. PGDIS Position Statement on Chromosome Mosaicism and Preimplantation Aneuploidy Testing at the Blastocyst Stage 2016. https://pgdis.org/docs/newsletter_071816.html
 21. Leigh D., Cram D.S., Rechitsky S., Handyside A., Wells D., Munne S. et al. PGDIS position statement on the transfer of mosaic embryos 2021. *Reprod Biomed Online* 2022;45:19–25. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2022.03.013>
 22. Caroselli S., Cimadomo D., Poli M., Ubaldi F., Rienzi L., Capalbo A. O-289 Morphology should be prioritised over presumed mosaicism status in PGT-A cycles: data from a non-selection study of 2,621 embryo transfers.

- Hum Reprod 2023;38. <https://doi.org/10.1093/humrep/dead093.353>
23. Listorti I., Pirastu G., Ruberti A., Barberi M., Pristerà A., Zazzaro V. et al. Time-lapse analysis of embryos classified as euploid, mosaic, and aneuploid after embryonic trophectoderm biopsy. J Assist Reprod Genet 2025; 42:125–38. <https://doi.org/10.1007/s10815-024-03364-7>
 24. Molin E.A.D., Pires G.N., Lazzari V.M. Live birth and other reproductive outcomes of mosaic and euploid embryos: a systematic review and meta-analysis. J Assist Reprod Genet 2025;42:2469–81. <https://doi.org/10.1007/s10815-025-03575-6>
 25. Yakovlev P., Vyatkina S., Polyakov A., Pavlova M., Volkomarov V., Yakovlev M. et al. Neonatal and clinical outcomes after transfer of a mosaic embryo identified by preimplantation genetic testing for aneuploidies. Reprod Biomed Online 2022;45:88–100. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2022.01.010>
 26. Talwar D., Shah N.N., Meseguer M., Lohar U.P., Rathore S., Aggarwal R. et al. Non-invasive PGT-A allows to detect and transfer low-level mosaic embryos without impact on live birth rate. Fertil Steril 2025;124:e332. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2025.07.1038>
 27. Harada Y., Fukunaga E., Maeda T., Sasagawa H., Ikeda M., Shiba R. et al. Kinetic characteristics of mosaic embryos observed by time-lapse and their post-implantation outcomes: A single-center retrospective cohort study. Clin Exp Reprod Med 2026. <https://doi.org/10.5653/cerm.2025.08305>
 28. Gleicher N., Patrizio P., Mochizuki L., Barad D.H. Previously reported and here added cases demonstrate euploid pregnancies followed by PGT-A as "mosaic" as well as "aneuploid" designated embryos. Reprod Biol Endocrinol 2023;21:25. <https://doi.org/10.1186/s12958-023-01077-7>
 29. Khorshid A., Bavan B., Chung E.H., Lathi R.B. Mosaic embryo transfer versus additional IVF with PGT-A Cycle: a decision model comparing live birth rate and cost. J Assist Reprod Genet 2024;41:635–41. <https://doi.org/10.1007/s10815-024-03027-7>
 30. Zhang Y.X., Chen J.J., Nabu S., Yeung Q.S.Y., Li Y., Tan J.H. et al. The Pregnancy Outcome of Mosaic Embryo Transfer: A Prospective Multicenter Study and Meta-Analysis. Genes (Basel) 2020;11:973. <https://doi.org/10.3390/genes11090973>
 31. Kalousek D.K., Vekemans M. Confined placental mosaicism. J Med Genet 1996;33:529–33. <https://doi.org/10.1136/jmg.33.7.529>
 32. West J.D., Everett C.A. Preimplantation chromosomal mosaics, chimaeras and confined placental mosaicism. Reprod Fertil 2022;3:R66–90. <https://doi.org/10.1530/RAF-21-0095>
 33. Hong Y.M., Kim S.H., Park H.J., Ryu H.M., Cha D.H., Kim M.Y. et al. Prenatal Ultrasound Findings and Chromosomal Outcomes of Pregnancies with Mosaic Embryo Transfer. Diagnostics 2024;14:2795. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14242795>
 34. Wu X., Huang H., Chen X., Chen X., Shen Q., He D. et al. Impact of confined placental mosaicism on non-invasive prenatal testing and pregnancy outcomes. Zhonghua yi xue yi chuan xue za zhi = Chinese J Med Genet 2021;38:335–8. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn511374-20200803-00574>
 35. Eggenhuizen G.M., Go A., Koster M.P.H., Baart E.B., Galjaard R.J. Confined placental mosaicism and the association with pregnancy outcome and fetal growth: a review of the literature. Hum Reprod Update 2021;27:885–903. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmab009>
 36. Chen C.-P., Wu F.-T., Pan Y.-T., Lee M.-S., Wang W. Low-level mosaic trisomy 21 at amniocentesis and cordocentesis in a pregnancy associated with a favorable fetal outcome and perinatal progressive decrease of the trisomy 21 cell line. Taiwan J Obstet Gynecol 2024;63:927–30. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2024.09.013>
 37. Greco E., Greco P.F., Listorti I., Ronsini C., Cucinelli F., Biricik A. et al. The mosaic embryo: what it means for the doctor and the patient. Minerva Obstet Gynecol 2024;76. <https://doi.org/10.23736/S2724-606X.23.05281-8>
 38. Kovaleva N.V., Cotter P.D. Factors affecting clinical manifestation of chromosomal imbalance in carriers of segmental autosomal mosaicism: differential impact of gender. J Appl Genet 2022;63:281–91. <https://doi.org/10.1007/s13353-021-00673-w>
 39. Morales R., Lledó B., Ortiz J.A., Arenas L., Cascales A., Ten J. et al. Perinatal and postnatal outcomes up to the third year of life after the transfer of mosaic embryos compared with euploid embryos. Fertil Steril 2024;122:537–9. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2024.04.040>
 40. Geng T., Zhou Q., Wang Y., Ji H., Ding K., Zheng Z. et al. Comparison of pregnancy outcomes for high morphological scoring mosaic vs. low morphological scoring euploid embryos: a retrospective cohort study. J Ovarian Res 2025;18:79. <https://doi.org/10.1186/s13048-025-01665-8>
 41. Schlade-Bartusiak K., Strong E., Zhu O., Mackie J., Salema D., Volodarsky M. et al. Mosaic embryo transfer—first report of a live born with nonmosaic partial aneuploidy and uniparental disomy 15. F&S Reports 2022;3:192–7. <https://doi.org/10.1016/j.xfre.2022.05.003>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Кудрявцева Елена Владимировна — доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отделения сохранения репродуктивной функции Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский научно-исследовательский институт охраны материнства и младенчества» Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: elenavladpopova@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-1926>
Адрес: ул. Репина, д. 1, г. Екатеринбург, 620028, Россия

Elena V. Kudryavtseva — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Leading investigator of the Department of Reproductive Function Preservation of the Federal State Budgetary Institution "Ural Research Institute of Maternity and Child Care" of the Ministry of Health of Russian Federation
E-mail: elenavladpopova@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-1926>
Address: st. Repina, 1, Ekaterinburg, 620028, Russia

Квашнина Елена Владимировна — кандидат медицинских наук, врач высшей категории, заместитель директора по медицинской части АО ЦРНРФ Партус, главный внештатный специалист по репродуктивному здоровью Министерства здравоохранения Свердловской области

E-mail: doctor.kvashnina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1143-7355>

Адрес: ул. Белинского, д. 61, г. Екатеринбург, 620075, Россия

Лихачева Наталья Юрьевна — очный аспирант, младший научный сотрудник, заведующий отделением вспомогательных репродуктивных технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский научно-исследовательский институт охраны материнства и младенчества» Министерства здравоохранения Российской Федерации

E-mail: natalybragina91@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0058-1820>

Адрес: ул. Репина, д. 1, г. Екатеринбург, 620028, Россия

Elena V. Kvashnina — Candidate of Medical Sciences, doctor of the highest category, deputy director for medical affairs of JSC CRNRRF Partus, chief freelance specialist in reproductive health of the Ministry of Health of the Sverdlovsk Region

E-mail: doctor.kvashnina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1143-7355>

Address: st. Belynskogo, 61, Ekaterinburg, 620075, Russia

Natalia Yu. Likhacheva — full-time postgraduate student, junior Researcher, Head of the Department of Assisted Reproductive Technologies of the Federal State Budgetary Institution "Ural Research Institute of Maternity and Child Care" of the Ministry of Health of Russian Federation

E-mail: natalybragina91@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0058-1820>

Address: st. Repina, 1, Ekaterinburg, 620028, Russia