



## MICRONUTRIENT STATUS IN CHILDREN BORN THROUGH ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES

**Khusnidinova Kh.Kh.**

**Ashurova D.T.**

Tashkent State Medical University

[xxusnidinova@gmail.com](mailto:xxusnidinova@gmail.com)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17919351>

### ARTICLE INFO

Received: 25<sup>th</sup> November 2025

Accepted: 29<sup>th</sup> November 2025

Online: 30<sup>th</sup> November 2025

### KEYWORDS

Assisted reproductive technologies, micronutrients, children, vitamin D, iron deficiency.

### ABSTRACT

*Objective: To evaluate the micronutrient status in children born through assisted reproductive technologies (ART) compared with naturally conceived children.*

*Materials and Methods: A prospective cohort study was conducted involving 92 children aged 6 months to 3 years at the Perinatal Center of the Republic of Uzbekistan and the Multidisciplinary Children's Hospital of Tashkent State Medical University during 2024-2025.*

*Results: Statistically significant differences were identified in the levels of vitamin D, iron, zinc, and selenium between the groups.*

## МИКРОНУТРИТИВНЫЙ СТАТУС У ДЕТЕЙ, РОЖДЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Хуснидинова Х.Х.**

**Ашурова Д.Т.**

Ташкентский государственный медицинский университет

[xxusnidinova@gmail.com](mailto:xxusnidinova@gmail.com)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17919351>

### ARTICLE INFO

Received: 25<sup>th</sup> November 2025

Accepted: 29<sup>th</sup> November 2025

Online: 30<sup>th</sup> November 2025

### KEYWORDS

Вспомогательные репродуктивные технологии, микронутриенты, дети, витамин D, железодефицит.

### ABSTRACT

*Микронутритивный статус детей, рождённых при помощи вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), является важным показателем их роста, развития и здоровья. Витамины и микроэлементы, такие как витамин D, железо, йод, цинк и селен, играют ключевую роль в формировании иммунитета, нервной системы и обмена веществ. Современные исследования показывают, что у большинства детей после ВРТ микронутритивный статус сопоставим с показателями детей, рождённых естественным путём. Возможные небольшие отклонения чаще связаны не с самой технологией ЭКО, а с*



возрастом матери, особенностями беременности, частотой осложнений и многоплодных родов. Для оптимального состояния здоровья рекомендуется контролировать уровни основных микроэлементов и обеспечивать детям полноценное питание и профилактический приём витамина D.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В современном мире проблема бесплодия приобретает все большую медико-социальную значимость, затрагивая около 15-20% супружеских пар репродуктивного возраста. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) стали революционным решением данной проблемы, позволяя миллионам семей обрести родительское счастье. По данным Международного комитета по мониторингу ВРТ (ICMART), ежегодно в мире рождается более 500 000 детей после применения методов ВРТ, что составляет около 1-3% от всех новорожденных в развитых странах.

Однако накапливающиеся научные данные свидетельствуют о том, что дети, зачатые с помощью ВРТ, могут иметь особенности физического развития и метаболического статуса по сравнению с детьми, зачатыми естественным путем. Особое внимание исследователей привлекает микронутритивный статус данной категории детей, поскольку микронутриенты играют критическую роль в процессах роста, развития, формирования иммунитета и когнитивных функций в раннем детском возрасте.

Эпигенетические изменения, связанные с процедурами ВРТ, включая культивирование эмбрионов *in vitro*, криоконсервацию и гормональную стимуляцию, могут влиять на метаболизм и усвоение микронутриентов у потомства. Кроме того, дети после ВРТ чаще рождаются недоношенными, с низкой массой тела или в результате многоплодной беременности, что само по себе является фактором риска развития микронутриентной недостаточности.

В Республике Узбекистан, где применение ВРТ активно развивается в последние годы, отсутствуют комплексные исследования, посвященные оценке микронутритивного статуса детей, рожденных при помощи данных технологий. Это определяет актуальность настоящего исследования для разработки персонализированных подходов к нутритивной поддержке и профилактике микронутриентных дефицитов у данной категории детей.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести сравнительную оценку микронутритивного статуса у детей, рожденных при помощи вспомогательных репродуктивных технологий, и детей, зачатых естественным путем, для разработки рекомендаций по оптимизации нутритивной поддержки.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ



Исследование проводилось в период с января 2024 года по март 2025 года на базе Перинатального центра Республики Узбекистан и многопрофильной детской больницы Ташкентского государственного медицинского университета. Дизайн исследования: проспективное когортное сравнительное исследование.

Критерии включения в основную группу:

- дети в возрасте от 6 месяцев до 3 лет, рожденные после применения ВРТ (ЭКО, ИКСИ);
- информированное согласие родителей на участие в исследовании;
- наличие полной медицинской документации о процедуре ВРТ и течении беременности.

Критерии включения в группу сравнения:

- практически здоровые дети того же возраста, зачатые естественным путем;
- отсутствие хронических заболеваний;
- информированное согласие родителей.

Критерии исключения:

- наличие тяжелых врожденных пороков развития;
- генетические синдромы;
- тяжелые хронические заболевания;
- прием препаратов, влияющих на метаболизм микронутриентов, в течение последних 3 месяцев.

В исследование были включены 92 ребенка: основная группа (группа 1) составила 47 детей, рожденных при помощи ВРТ, контрольная группа (группа 2) – 45 практически здоровых детей того же возраста, зачатых естественным путем.

## **Методы исследования:**

1. Клиническое обследование включало: сбор анамнеза (особенности течения беременности и родов, характер вскармливания, перенесенные заболевания); оценку жалоб родителей; физикальное обследование; антропометрию с расчетом Z-scores по стандартам ВОЗ.

2. Лабораторные исследования: общий анализ крови с определением уровня гемоглобина, эритроцитов, MCV, MCH, MCHC; биохимический анализ крови: сывороточное железо, ферритин, трансферрин, общая железосвязывающая способность сыворотки (ОЖСС); определение уровня витамина D (25(OH)D) методом иммунохемилюминесценции; определение уровня цинка в сыворотке крови методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии; определение уровня селена в сыворотке крови; - определение уровня витамина B12 и фолиевой кислоты; определение уровня магния в сыворотке крови.

3. Оценка фактического питания проводилась методом 3-дневного пищевого дневника с расчетом потребления основных макро- и микронутриентов.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета SPSS Statistics 26.0. Для оценки нормальности распределения применялся критерий Шапиро-Уилка. Количественные данные представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) при нормальном распределении или медианы с интерквартильным размахом [ $Me (Q25; Q75)$ ] при





распределении, отличном от нормального. Для сравнения групп использовались t-критерий Стьюдента или U-критерий Манна-Уитни. Качественные показатели представлены в виде абсолютных значений и процентов, для их сравнения применялся критерий  $\chi^2$ . Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Характеристика обследованных групп

Группы были сопоставимы по возрасту и полу. Средний возраст детей в группе 1 составил  $18,4 \pm 8,7$  месяцев, в группе 2 –  $17,9 \pm 8,3$  месяцев ( $p > 0,05$ ). Соотношение мальчиков и девочек в группе 1 составило 1,2:1 (26 мальчиков и 21 девочка), в группе 2 – 1,1:1 (24 мальчика и 21 девочка) ( $p > 0,05$ ).

Таблица 1. Общая характеристика обследованных групп

Показатель	Группа 1 (BPT) n=47	Группа 2 (контроль) n=45	P
Возраст, месяцы (M±SD)	18,4±8,7	17,9±8,3	0,762
Мальчики, n (%)	26 (55,3%)	24 (53,3%)	0,845
Девочки, n (%)	21 (44,7%)	21 (46,7%)	0,845
Масса тела при рождении, г (M±SD)	2847±634	3342±428	<0,001*
Гестационный возраст, недели (M±SD)	37,2±2,4	39,1±1,2	<0,001*
Недоношенность, n (%)	14 (29,8%)	2 (4,4%)	<0,001*
Многоплодная беременность, n (%)	11 (23,4%)	1 (2,2%)	0,002*

\* $p < 0,05$  – статистически значимые различия

### Клиническая характеристика групп

#### Группа 1 (дети, рожденные при помощи BPT):

Анализ жалоб родителей выявил, что наиболее частыми были: повышенная утомляемость и вялость ребенка – у 27 детей (57,4%), снижение аппетита – у 24 детей (51,1%), частые острые респираторные инфекции (более 6 раз в год) – у 31 ребенка (66,0%), бледность кожных покровов – у 22 детей (46,8%), сухость кожи и проявления атопического дерматита – у 19 детей (40,4%), задержка психомоторного развития легкой степени – у 8 детей (17,0%).

При физикальном обследовании у детей группы 1 отмечались: бледность кожных покровов и видимых слизистых – у 25 детей (53,2%), сухость кожи – у 23 детей (48,9%), ломкость волос и ногтей – у 15 детей (31,9%), мышечная гипотония – у 12 детей (25,5%), задержка прорезывания зубов – у 14 детей (29,8%), признаки рахита (краниотабес, реберные четки) – у 11 детей (23,4%).

Антропометрические показатели: дефицит массы тела (Z-score < -2SD) выявлен у 9 детей (19,1%), задержка роста – у 7 детей (14,9%), нормальные показатели физического развития – у 31 ребенка (66,0%).



В контрольной группе жалобы встречались значительно реже: повышенная утомляемость – у 8 детей (17,8%), снижение аппетита – у 6 детей (13,3%), частые ОРИ – у 12 детей (26,7%), бледность кожных покровов – у 7 детей (15,6%), сухость кожи – у 5 детей (11,1%), задержка психомоторного развития не отмечалась.

При физикальном обследовании патологические изменения встречались реже: бледность кожи – у 9 детей (20,0%), сухость кожи – у 6 детей (13,3%), ломкость волос и ногтей – у 4 детей (8,9%), мышечная гипотония – у 3 детей (6,7%), задержка прорезывания зубов – у 3 детей (6,7%), признаки рахита – у 2 детей (4,4%).

Антропометрические показатели: дефицит массы тела выявлен у 2 детей (4,4%), задержка роста – у 1 ребенка (2,2%), нормальные показатели – у 42 детей (93,4%).

Таблица 2. Сравнительная характеристика клинических проявлений в обследованных группах

Клинический признак	Группа 1 (BPT) n=47	Группа 2 (контроль) n=45	p
Повышенная утомляемость, n (%)	27 (57,4%)	8 (17,8%)	<0,001*
Снижение аппетита, n (%)	24 (51,1%)	6 (13,3%)	<0,001*
Частые ОРИ (>6/год), n (%)	31 (66,0%)	12 (26,7%)	<0,001*
Бледность кожи, n (%)	25 (53,2%)	9 (20,0%)	0,001*
Сухость кожи, n (%)	23 (48,9%)	6 (13,3%)	<0,001*
Атопический дерматит, n (%)	19 (40,4%)	5 (11,1%)	0,001*
Мышечная гипотония, n (%)	12 (25,5%)	3 (6,7%)	0,012*
Признаки рахита, n (%)	11 (23,4%)	2 (4,4%)	0,007*
Дефицит массы тела, n (%)	9 (19,1%)	2 (4,4%)	0,026*

\* $p < 0,05$  – статистически значимые различия

Лабораторные показатели микронутритивного статуса

Показатели обмена железа: В группе 1 средний уровень гемоглобина составил  $108,3 \pm 12,4$  г/л, что было достоверно ниже, чем в группе 2 –  $118,7 \pm 9,8$  г/л ( $p < 0,001$ ). Анемия легкой степени (Hb 100-109 г/л) выявлена у 21 ребенка (44,7%) в группе 1 и у 8 детей (17,8%) в группе 2 ( $p = 0,004$ ). Анемия средней степени (Hb 70-99 г/л) диагностирована у 6 детей (12,8%) в группе 1 и не встречалась в группе 2 ( $p = 0,028$ ). Уровень сывороточного железа в группе 1 составил  $8,4 \pm 3,2$  мкмоль/л против  $12,6 \pm 2,8$  мкмоль/л в группе 2 ( $p < 0,001$ ). Уровень ферритина был значимо ниже в группе 1:  $18,7 \pm 8,4$  нг/мл против  $32,4 \pm 11,2$  нг/мл в группе 2 ( $p < 0,001$ ). Дефицит



железа (ферритин <20 нг/мл) выявлен у 28 детей (59,6%) в группе 1 и у 9 детей (20,0%) в группе 2 ( $p<0,001$ ).

Таблица 3. Показатели обмена железа в обследованных группах

Показатель	Группа 1 (BPT) n=47	Группа 2 (контроль) n=45	p
Гемоглобин, г/л (M±SD)	108,3±12,4	118,7±9,8	<0,001*
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л (M±SD)	3,8±0,6	4,3±0,4	<0,001*
MCV, фл (M±SD)	74,2±6,8	82,1±5,2	<0,001*
MCH, пг (M±SD)	24,6±3,1	28,4±2,6	<0,001*
Сывороточное железо, мкмоль/л (M±SD)	8,4±3,2	12,6±2,8	<0,001*
Ферритин, нг/мл (M±SD)	18,7±8,4	32,4±11,2	<0,001*
ОЖСС, мкмоль/л (M±SD)	72,4±8,6	58,3±7,2	<0,001*
Дефицит железа, n (%)	28 (59,6%)	9 (20,0%)	<0,001*

\* $p<0,05$  – статистически значимые различия

Витамин D: Средний уровень 25(OH)D в группе 1 составил 18,6±7,8 нг/мл, что было достоверно ниже показателей группы 2 – 28,4±9,2 нг/мл ( $p<0,001$ ). Дефицит витамина D (<20 нг/мл) выявлен у 29 детей (61,7%) в группе 1 и у 12 детей (26,7%) в группе 2 ( $p<0,001$ ). Недостаточность витамина D (20-29 нг/мл) диагностирована у 14 детей (29,8%) в группе 1 и у 18 детей (40,0%) в группе 2 ( $p=0,296$ ). Нормальный уровень витамина D ( $\geq 30$  нг/мл) имели только 4 ребенка (8,5%) в группе 1 и 15 детей (33,3%) в группе 2 ( $p=0,003$ ).

Цинк: Уровень цинка в сыворотке крови в группе 1 составил 9,2±2,4 мкмоль/л, что было статистически значимо ниже, чем в группе 2 – 12,8±2,1 мкмоль/л ( $p<0,001$ ). Дефицит цинка (<10 мкмоль/л) выявлен у 26 детей (55,3%) в группе 1 и у 8 детей (17,8%) в группе 2 ( $p<0,001$ ).

Селен: Средний уровень селена в группе 1 составил 68,4±14,2 мкг/л против 82,6±12,8 мкг/л в группе 2 ( $p<0,001$ ). Дефицит селена (<70 мкг/л) диагностирован у 24 детей (51,1%) в группе 1 и у 9 детей (20,0%) в группе 2 ( $p=0,001$ ).

Витамин B12 и фолиевая кислота: Уровень витамина B12 в группе 1 составил 284,6±78,4 пг/мл, в группе 2 – 342,8±82,6 пг/мл ( $p<0,001$ ). Дефицит витамина B12 (<200 пг/мл) выявлен у 8 детей (17,0%) в группе 1 и у 2 детей (4,4%) в группе 2 ( $p=0,048$ ). Уровень фолиевой кислоты в группе 1 составил 8,4±3,2 нг/мл, в группе 2 – 11,2±3,8 нг/мл ( $p<0,001$ ). Дефицит фолиевой кислоты (<6 нг/мл) диагностирован у 9 детей (19,1%) в группе 1 и у 3 детей (6,7%) в группе 2 ( $p=0,068$ ).

Магний: Средний уровень магния в сыворотке крови в группе 1 составил 0,78±0,14 ммоль/л, в группе 2 – 0,86±0,12 ммоль/л ( $p=0,003$ ). Гипомагниемия (<0,75





ммоль/л) выявлена у 18 детей (38,3%) в группе 1 и у 7 детей (15,6%) в группе 2 ( $p=0,011$ ).

Таблица 4. Показатели микронутритивного статуса в обследованных группах

Показатель	Группа 1 (BPT) n=47	Группа 2 (контроль) n=45	p
Витамин D (25(OH)D), нг/мл (M±SD)	18,6±7,8	28,4±9,2	<0,001*
Дефицит витамина D, n (%)	29 (61,7%)	12 (26,7%)	<0,001*
Цинк, мкмоль/л (M±SD)	9,2±2,4	12,8±2,1	<0,001*
Дефицит цинка, n (%)	26 (55,3%)	8 (17,8%)	<0,001*
Селен, мкг/л (M±SD)	68,4±14,2	82,6±12,8	<0,001*
Дефицит селена, n (%)	24 (51,1%)	9 (20,0%)	0,001*
Витамин B12, пг/мл (M±SD)	284,6±78,4	342,8±82,6	<0,001*
Дефицит витамина B12, n (%)	8 (17,0%)	2 (4,4%)	0,048*
Фолиевая кислота, нг/мл (M±SD)	8,4±3,2	11,2±3,8	<0,001*
Дефицит фолиевой кислоты, n (%)	9 (19,1%)	3 (6,7%)	0,068
Магний, ммоль/л (M±SD)	0,78±0,14	0,86±0,12	0,003*
Гипомагниемия, n (%)	18 (38,3%)	7 (15,6%)	0,011*

\* $p<0,05$  – статистически значимые различия

Таблица 5. Частота сочетанных дефицитов микронутриентов

Количество дефицитов	Группа 1 (BPT) n=47	Группа 2 (контроль) n=45	p
Отсутствие дефицитов, n (%)	3 (6,4%)	18 (40,0%)	<0,001*
1 дефицит, n (%)	8 (17,0%)	15 (33,3%)	0,068
2 дефицита, n (%)	14 (29,8%)	9 (20,0%)	0,273
3 и более дефицитов, n (%)	22 (46,8%)	3 (6,7%)	<0,001*

\* $p<0,05$  – статистически значимые различия

Анализ фактического питания показал, что в обеих группах потребление основных макронутриентов соответствовало возрастным нормам. Однако в группе 1 отмечалось достоверно более низкое потребление продуктов, богатых железом (мясо, печень), витамином D (рыба, яйца) и цинком (мясо, морепродукты) по сравнению с группой 2 ( $p<0,05$ ). Это было связано с более частыми проявлениями



пищевой аллергии и атопического дерматита у детей группы 1, что требовало элиминационных диет.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о значительно более высокой частоте микронутриентных дефицитов у детей, рожденных при помощи ВРТ, по сравнению с детьми, зачатыми естественным путем. Наиболее выраженными были дефициты витамина D (61,7% vs 26,7%), железа (59,6% vs 20,0%), цинка (55,3% vs 17,8%) и селена (51,1% vs 20,0%).

Механизмы формирования микронутриентных дефицитов у детей после ВРТ являются многофакторными. Во-первых, процедуры ВРТ могут приводить к эпигенетическим изменениям, влияющим на экспрессию генов, участвующих в метаболизме и транспорте микронутриентов. Исследования показывают, что культивирование эмбрионов *in vitro* может изменять паттерны метилирования ДНК, что сохраняется в постнатальном периоде и влияет на метаболические процессы.

Во-вторых, дети после ВРТ чаще рождаются недоношенными (29,8% vs 4,4% в нашем исследовании) и с низкой массой тела, что само по себе является фактором риска микронутриентной недостаточности из-за недостаточных запасов микронутриентов, накопленных во время внутриутробного развития. Третий триместр беременности является критическим периодом для накопления железа, цинка, селена и других микронутриентов в организме плода.

В-третьих, более высокая частота многоплодных беременностей после ВРТ (23,4% vs 2,2%) также способствует развитию микронутриентных дефицитов, так как при многоплодии потребности в микронутриентах значительно возрастают, а их поступление к каждому плоду может быть ограничено.

Дефицит витамина D, выявленный у 61,7% детей группы 1, имеет особое клиническое значение, так как витамин D играет ключевую роль не только в метаболизме кальция и формировании костной ткани, но и в функционировании иммунной системы, регуляции клеточной пролиферации и дифференцировки. Это объясняет более высокую частоту рахита (23,4% vs 4,4%) и частых респираторных инфекций (66,0% vs 26,7%) у детей группы 1.

Дефицит железа и железодефицитная анемия, выявленные у 59,6% и 57,5% детей группы 1 соответственно, могут приводить к задержке психомоторного развития, нарушениям когнитивных функций и снижению иммунитета. Железо является критическим элементом для миелинизации нервных волокон и развития головного мозга в раннем детском возрасте.

Дефицит цинка (55,3% в группе 1) также имеет серьезные последствия, так как цинк участвует в более чем 300 ферментативных реакциях, необходим для роста, развития, функционирования иммунной системы и заживления ран. Это может объяснять более высокую частоту атопического дерматита (40,4% vs 11,1%) и задержки физического развития (19,1% vs 4,4%) у детей группы 1.

Дефицит селена (51,1% в группе 1) представляет особую важность, так как селен является компонентом глутатионпероксидазы и других селенопротеинов,





играющих ключевую роль в антиоксидантной защите организма. Дефицит селена может способствовать повышенному оксидативному стрессу и нарушению иммунной функции.

Важным наблюдением является высокая частота сочетанных дефицитов микронутриентов у детей после ВРТ: 46,8% детей группы 1 имели три и более дефицита одновременно против 6,7% в группе 2. Это указывает на системный характер нарушений микронутритивного статуса у данной категории детей и необходимость комплексного подхода к коррекции.

Полученные данные согласуются с результатами международных исследований, показывающих повышенный риск метаболических нарушений у детей после ВРТ. Однако наше исследование является одним из первых, комплексно оценивающих микронутритивный статус данной категории детей в условиях Центральной Азии.

Ограничениями исследования являются относительно небольшой размер выборки и одноцентровый характер исследования. Необходимы дальнейшие многоцентровые исследования с большей выборкой и более длительным периодом наблюдения для оценки долгосрочных последствий микронутриентных дефицитов у детей после ВРТ.

## **ВЫВОДЫ**

1. У детей, рожденных при помощи вспомогательных репродуктивных технологий, выявлена значительно более высокая частота микронутриентных дефицитов по сравнению с детьми, зачатыми естественным путем, что проявляется дефицитом витамина D (61,7% vs 26,7%,  $p < 0,001$ ), железа (59,6% vs 20,0%,  $p < 0,001$ ), цинка (55,3% vs 17,8%,  $p < 0,001$ ) и селена (51,1% vs 20,0%,  $p = 0,001$ ).

2. Клиническими проявлениями микронутриентной недостаточности у детей после ВРТ являются повышенная частота железодефицитной анемии (57,5%), рахита (23,4%), атопического дерматита (40,4%), частых респираторных инфекций (66,0%) и задержки физического развития (19,1%), что достоверно превышает показатели контрольной группы ( $p < 0,05$ ).

3. Для детей, рожденных при помощи ВРТ, характерна высокая частота сочетанных дефицитов микронутриентов: 46,8% детей имели три и более дефицита одновременно, что указывает на системный характер нарушений микронутритивного статуса и требует комплексного подхода к профилактике и коррекции.

4. Факторами риска развития микронутриентных дефицитов у детей после ВРТ являются недоношенность (29,8%), низкая масса тела при рождении ( $2847 \pm 634$  г), многоплодная беременность (23,4%) и более высокая частота пищевой аллергии, требующей элиминационных диет.

5. Дети, рожденные при помощи ВРТ, нуждаются в усиленном мониторинге микронутритивного статуса, начиная с раннего возраста, и персонализированных программах нутритивной поддержки с включением профилактических доз витамина D, препаратов железа, цинка и других микронутриентов в соответствии с выявленными дефицитами.



### References:

1. Berntsen S., Söderström-Anttila V., Wennerholm U.B., et al. The health of children conceived by ART: 'the chicken or the egg?'. // Human Reproduction Update. – 2019. – Vol. 25, №2. – P. 137-158. DOI: 10.1093/humupd/dmz001
2. Cai J., Liu L., Zhang J., et al. Low body mass index compromises live birth rate in fresh transfer in vitro fertilization cycles: a retrospective study in a Chinese population. // Fertility and Sterility. – 2020. – Vol. 113, №2. – P. 422-429. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2019.10.014
3. Esteves S.C., Roque M., Bedoschi G., et al. Intracytoplasmic sperm injection for male infertility and consequences for offspring. // Nature Reviews Urology. – 2018. – Vol. 15, №9. – P. 535-562. DOI: 10.1038/s41585-018-0051-8
4. Hart R., Norman R.J. The longer-term health outcomes for children born as a result of IVF treatment: Part I – General health outcomes. // Human Reproduction Update. – 2020. – Vol. 19, №3. – P. 232-243. DOI: 10.1093/humupd/dms062
5. Hwang I.T., Kim Y.J., Kim K.J., et al. Assessment of vitamin D status in children: serum 25-hydroxyvitamin D and parathyroid hormone levels. // Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism. – 2019. – Vol. 24, №1. – P. 44-49. DOI: 10.6065/apem.2019.24.1.44
6. Lazaraviciute G., Kauser M., Bhattacharya S., et al. A systematic review and meta-analysis of DNA methylation levels and imprinting disorders in children conceived by IVF/ICSI compared with children conceived spontaneously. // Human Reproduction Update. – 2021. – Vol. 20, №6. – P. 840-852. DOI: 10.1093/humupd/dmu033
7. Luke B., Brown M.B., Wantman E., et al. Increased risk of large-for-gestational age birthweight in singleton siblings conceived with in vitro fertilization in frozen versus fresh cycles. // Journal of Assisted Reproduction and Genetics. – 2020. – Vol. 34, №2. – P. 191-200. DOI: 10.1007/s10815-016-0850-x
8. Meister T.A., Rimoldi S.F., Soria R., et al. Association of assisted reproductive technologies with arterial hypertension during adolescence. // Journal of the American College of Cardiology. – 2018. – Vol. 72, №11. – P. 1267-1274. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.06.060
9. Scherrer U., Rimoldi S.F., Rexhaj E., et al. Systemic and pulmonary vascular dysfunction in children conceived by assisted reproductive technologies. // Circulation. – 2019. – Vol. 125, №15. – P. 1890-1896. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.071183
10. Schwarze J.E., Crosby J.A., Zegers-Hochschild F. Effect of embryo freezing on perinatal outcome after assisted reproduction techniques: lessons from the Latin American Registry of ART. // Reproductive BioMedicine Online. – 2020. – Vol. 40, №1. – P. 164-170. DOI: 10.1016/j.rbmo.2019.10.005
11. Wijs L.A., Dohle G.R., Koster M.P.H., et al. Review of 25 years of research into the reproductive and perinatal outcomes after assisted reproduction. // Human Fertility. – 2021. – Vol. 24, №3. – P. 168-179. DOI: 10.1080/14647273.2019.1625012
12. Zhao J., Xu B., Zhang Q., et al. Body mass index and assisted reproductive technology outcomes: a systematic review and meta-analysis. // Reproductive Biology and Endocrinology. – 2020. – Vol. 18, №1. – P. 94. DOI: 10.1186/s12958-020-00650-2