

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Хуснидинова Х.Х., Ашурова Д.Т.

**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ, РОЖДЁННЫХ
ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ
РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

(методические рекомендации)

Ташкент – 2025

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Ташкентского государственного
медицинского университета,

д.м.н., профессор

_____ Ш.А.Баймурадов

« ____ » _____ 2025г.

Хусниддинова Х.Х., Ашурова Д.Т.

**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ, РОЖДЕННЫХ
ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ
РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

(методические рекомендации)

Ташкент – 2025

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Особенности физического развития детей, рожденных путем
использования вспомогательных репродуктивных технологий/
Хуснидинова Х.Х., Ашурова Д.Т.– Ташкент, 2025. – 21 с.**

Данные методические рекомендации посвящены изучению особенностей состояния здоровья и микронутритивного статуса детей, рожденных с применением вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). В исследовании приняли участие 112 детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет, разделенных на две группы: 62 ребенка, рожденных с помощью ВРТ, и 50 детей контрольной группы, зачатых естественным путем. Результаты показали, что дети из группы ВРТ имеют статистически значимое отставание в физическом развитии по показателям роста, массы тела и индекса массы тела. У них также выявлена повышенная заболеваемость ОРВИ, анемией, атопическим дерматитом и неврологическими нарушениями. Особое внимание уделено микронутритивному статусу - у 89,7% детей, рожденных с применением ВРТ, обнаружен дефицит трех и более микронутриентов одновременно.

TASHKENT STATE MEDICAL UNIVERSITY

**Physical Development Characteristics of Children Born Through Assisted
Reproductive Technologies / Khusniddinova Kh.Kh., Ashurova D.T. –
Tashkent, 2025. – 21 p.**

These methodological guidelines are devoted to studying the health status and micronutrient status characteristics of children born through assisted reproductive technologies (ART). The study involved 112 children aged 6 months to 3 years, divided into two groups: 62 children born through ART and 50 children in the control group conceived naturally. The results showed that children from the ART group have statistically significant delays in physical development in terms of height, body weight, and body mass index. They also demonstrated increased morbidity rates for acute respiratory viral infections, anemia, atopic dermatitis, and neurological disorders. Special attention was paid to micronutrient status – 89.7% of children born through ART were found to have deficiencies in three or more micronutrients simultaneously.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В современном мире вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) становятся все более востребованными методами лечения бесплодия. По данным Международного комитета по мониторингу ВРТ (ICMART), ежегодно в мире рождается более 500 000 детей с использованием ВРТ. Частота применения ВРТ составляет 1-3% от всех рождений в развитых странах, при этом наблюдается устойчивая тенденция к росту.

Особую озабоченность специалистов вызывает состояние здоровья детей, рожденных при помощи ВРТ. Многочисленные исследования указывают на повышенный риск развития различных патологических состояний у данной категории детей, включая нарушения физического развития, метаболические расстройства и дефицитные состояния по микронутриентам.

Растущая потребность в ВРТ связана с глобальными демографическими изменениями: увеличением среднего возраста материнства до 29-31 года в европейских странах, ростом частоты бесплодия, которое затрагивает 15-20% пар репродуктивного возраста, и снижением рождаемости в развитых государствах. Социально-экономические факторы, включая карьерные приоритеты, экологические проблемы и изменение образа жизни, существенно влияют на репродуктивные планы современных семей.

Медицинская актуальность ВРТ определяется особенностями течения беременности и родов у женщин, прошедших процедуры искусственного оплодотворения. Статистически значимо повышается риск многоплодной беременности с 1-2% при естественном зачатии до 20-25% при ВРТ, увеличивается частота преждевременных родов с 6-8% до 12-15%, возрастает вероятность развития гестационного диабета и преэклампсии. Дети, рожденные с помощью ВРТ, чаще имеют низкую массу тела при рождении, на 30-40% выше частота врожденных пороков развития, что требует более интенсивного медицинского наблюдения и специализированной помощи в неонатальном периоде.

Долгосрочные последствия для здоровья детей, рожденных с помощью ВРТ, представляют особую научную и практическую значимость. Исследования показывают отставание в физическом развитии в первые годы жизни, повышенный риск задержки психомоторного развития, увеличение частоты расстройств аутистического спектра и метаболических нарушений. Иммунологические особенности этих детей включают повышенную восприимчивость к инфекционным заболеваниям и увеличение частоты аллергических реакций, что требует индивидуального подхода к медицинскому наблюдению и вакцинации.

Экономическая актуальность ВРТ определяется высокой стоимостью процедур, составляющей 15,000-25,000 долларов США за один цикл, увеличением затрат на ведение беременности и родов, а также повышенными расходами на длительное медицинское наблюдение детей. Социальные аспекты включают психологическую нагрузку на семьи, этические вопросы применения репродуктивных технологий и необходимость государственной поддержки в рамках демографической политики.

Научно-исследовательская актуальность обусловлена необходимостью изучения отдаленных последствий ВРТ для здоровья детей и взрослых, оптимизации протоколов стимуляции и культивирования эмбрионов, исследования генетических и эпигенетических эффектов репродуктивных технологий. Требуется междисциплинарный подход с интеграцией усилий репродуктологов, педиатров, генетиков, создание национальных регистров детей, рожденных с помощью ВРТ, разработка клинических рекомендаций и подготовка специализированных кадров. Таким образом, актуальность изучения вспомогательных репродуктивных технологий определяется их растущим применением, особенностями медицинских исходов и необходимостью обеспечения оптимального здоровья и развития детей, рожденных с их помощью.

В Республике Узбекистан проблема бесплодия затрагивает 15-20% супружеских пар репродуктивного возраста. За последние 10 лет количество

циклов ВРТ увеличилось в 5 раз, что обусловлено как улучшением доступности данных технологий, так и ростом информированности населения.

Согласно данным Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, в 2023 году было проведено более 3500 циклов ВРТ, в результате которых родилось около 1200 детей. Однако систематические исследования состояния здоровья и микронутритивного статуса детей, рожденных с применением ВРТ, в республике ранее не проводились.

Цель исследования: изучить особенности состояния здоровья и микронутритивного статуса детей, рожденных с применением вспомогательных репродуктивных технологий, для разработки научно обоснованных рекомендаций по их медицинскому наблюдению.

Задачи исследования

1. Оценить физическое развитие детей, рожденных с применением ВРТ, в сравнении с детьми, зачатыми естественным путем
2. Изучить структуру заболеваемости в обеих группах детей
3. Провести комплексную оценку микронутритивного статуса детей исследуемых групп
4. Выявить корреляционные взаимосвязи между применением ВРТ и показателями микронутритивного статуса
5. Рассчитать экономическую эффективность предлагаемых мероприятий
6. Разработать практические рекомендации по медицинскому наблюдению детей, рожденных с применением ВРТ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дизайн исследования

Проведено проспективное когортное исследование в период с сентября 2024 года по май 2025 года на базе Республиканского перинатального центра и клиники Ташкентского педиатрического медицинского института.

Характеристика обследованных детей

Всего в исследование было включено 112 детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет, которые были разделены на две группы:

Основная группа (n=62) - дети, рожденные с применением ВРТ (ЭКО, ИКСИ, криоперенос)

- Средний возраст: $18,4 \pm 8,2$ месяца

- Мальчики: 34 (54,8%)

- Девочки: 28 (45,2%)

Контрольная группа (n=50) - практически здоровые дети того же возраста, зачатые естественным путем

- Средний возраст: $17,9 \pm 7,8$ месяца

- Мальчики: 26 (52,0%)

- Девочки: 24 (48,0%)

Методы исследования

1. Антропометрические измерения: рост, масса тела, окружность головы с расчетом Z-score по стандартам ВОЗ

2. Клинический осмотр с оценкой физического и нервно-психического развития

3. Лабораторные исследования:

- Общий анализ крови

- Биохимический анализ крови (общий белок, альбумин, трансферрин)

- Определение уровня микронутриентов: железо, цинк, медь, селен, витамины А, D, E, B12, фолиевая кислота

Статистический анализ с использованием программы SPSS 26.0

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показатели физического развития

Анализ антропометрических данных выявил статистически значимые различия между группами.

Таблица 1. Показатели физического развития детей по группам (M±SD)

Показатель	Основная группа (n=62)	Контрольная группа (n=50)	p
Рост, см	$78,2 \pm 6,4$	$81,1 \pm 5,8$	0,012
Z-score роста	$-0,8 \pm 1,2$	$-0,1 \pm 0,9$	0,003

Масса тела, кг	10,1 ± 1,8	11,2 ± 1,6	0,001
Z-score массы тела	-0,9 ± 1,1	-0,2 ± 0,8	0,001
ИМТ, кг/м ²	16,4 ± 1,9	17,1 ± 1,4	0,028
Z-score ИМТ	-0,7 ± 1,0	-0,1 ± 0,7	0,001

Достоверность различий: $p < 0,05$ - статистически значимые различия

Представленные данные демонстрируют статистически значимое отставание детей основной группы по всем антропометрическим показателям. Отрицательные значения Z-score в основной группе указывают на отставание физического развития от возрастных норм ВОЗ. Наиболее выраженные различия отмечены по показателям массы тела и индекса массы тела.

Анализ медицинской документации показал различия в структуре заболеваемости между группами.

Таблица 2. Структура заболеваемости детей по группам

Нозология	Основная группа (n=62)	Контрольная группа (n=50)	p
ОРВИ (>4 раз в год)	45 (72,6)	18 (36,0)	<0,001
ОКИ (>2 раз в год)	28 (45,2)	8 (16,0)	0,002
Анемия	38 (61,3)	12 (24,0)	<0,001
Атопический дерматит	22 (35,5)	7 (14,0)	0,012
Задержка физического развития	19 (30,6)	3 (6,0)	0,002
Неврологические нарушения	15 (24,2)	4 (8,0)	0,025

Достоверность различий: $p < 0,05$ - статистически значимые различия

Дети основной группы достоверно чаще болели острыми респираторными вирусными инфекциями и острыми кишечными инфекциями, что может свидетельствовать о снижении иммунологической

реактивности. Высокая частота анемии и задержки физического развития указывает на нарушения нутритивного статуса у детей, рожденных с применением ВРТ.

Микронутритивный статус представляет собой интегральную характеристику обеспеченности организма микронутриентами - биологически активными веществами, необходимыми для нормального функционирования всех физиологических систем, но требующимися в относительно небольших количествах. Этот комплексный показатель включает в себя содержание и метаболизм витаминов, минералов, микроэлементов, антиоксидантов и других биологически активных соединений, определяющих оптимальное течение биохимических процессов на клеточном и тканевом уровнях.

В структуру микронутритивного статуса входят жирорастворимые витамины (А, D, Е, К), водорастворимые витамины группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотеновая кислота, пиридоксин, биотин, фолиевая кислота, цианокобаламин), аскорбиновая кислота, а также макроэлементы (кальций, фосфор, магний, натрий, калий) и микроэлементы (железо, цинк, медь, селен, йод, марганец, хром, молибден). Особое значение имеют антиоксидантные системы, включающие каротиноиды, токоферолы, полифенольные соединения, коэнзим Q10 и глутатион, обеспечивающие защиту от окислительного стресса и поддержание клеточного гомеостаза.

У детей, рожденных с помощью вспомогательных репродуктивных технологий, наблюдаются специфические изменения микронутритивного статуса, обусловленные особенностями внутриутробного развития, преждевременными родами, низкой массой тела при рождении и адаптационными нарушениями в неонатальном периоде. Исследования демонстрируют статистически значимое снижение концентрации витамина D в сыворотке крови на 25-30% по сравнению с детьми, зачатыми естественным путем, что связано с нарушением плацентарного транспорта и метаболизма кальциферола, а также с повышенной частотой преждевременных родов, когда

основное накопление витамина D происходит в третьем триместре беременности.

Дефицит фолиевой кислоты и витамина B12 встречается у 40-45% детей после ВРТ, что обусловлено нарушением процессов метилирования ДНК и функционирования одноуглеродного метаболизма. Эти изменения связаны с эпигенетическими модификациями, происходящими во время культивирования эмбрионов *in vitro*, воздействием питательных сред и условий инкубации на экспрессию генов, участвующих в фолатном цикле. Концентрация гомоцистеина в плазме крови повышается на 15-20%, что указывает на нарушение метаболизма метионина и может способствовать развитию сердечно-сосудистых заболеваний в более позднем возрасте.

Железодефицитные состояния диагностируются у 35-40% детей, рожденных с помощью ВРТ, по сравнению с 15-20% в общей популяции. Снижение концентрации ферритина, трансферрина и гемоглобина обусловлено недостаточным накоплением железа в антенатальном периоде, особенно при многоплодной беременности, преждевременными родами и нарушением плацентарного транспорта микроэлементов. Дефицит железа негативно влияет на когнитивное развитие, иммунную функцию и физический рост детей в первые годы жизни.

Цинковый статус характеризуется снижением концентрации цинка в сыворотке крови на 20-25%, что связано с нарушением всасывания в желудочно-кишечном тракте, повышенными потребностями растущего организма и особенностями метаболизма у недоношенных детей. Дефицит цинка приводит к задержке роста, нарушению иммунной функции, замедлению заживления ран и повышенной восприимчивости к инфекционным заболеваниям. Активность цинкзависимых ферментов, включая щелочную фосфатазу и карбоангидразу, снижается на 15-30%.

Селеновый статус у детей после ВРТ характеризуется пониженными концентрациями селена и селенопротеинов, включая глутатионпероксидазу и селенопротеин Р. Это приводит к нарушению антиоксидантной защиты,

повышению уровня окислительного стресса и увеличению риска развития воспалительных заболеваний. Активность глутатионпероксидазы снижается на 25-35%, что коррелирует с повышенными концентрациями маркеров перекисного окисления липидов.

Витамин Е и каротиноиды демонстрируют сниженные концентрации на 20-30%, что связано с повышенным потреблением антиоксидантов для нейтрализации активных форм кислорода, образующихся в условиях окислительного стресса. Соотношение альфа-токоферола к общим липидам плазмы снижается, указывая на относительный дефицит витамина Е и нарушение защиты клеточных мембран от перекисного окисления.

Магниевый статус характеризуется пограничными значениями концентрации магния в сыворотке крови и эритроцитах, что может влиять на функционирование более 300 ферментативных систем, включая процессы энергетического метаболизма, синтеза белка и нуклеиновых кислот. Внутриклеточный дефицит магния способствует развитию нейромышечной возбудимости, нарушению сердечного ритма и метаболическим расстройствам.

Йодный статус у детей после ВРТ часто характеризуется субоптимальными значениями, особенно в регионах с природным дефицитом йода. Концентрация йода в моче может быть на 15-25% ниже рекомендуемых значений, что связано с нарушением функции щитовидной железы матери во время беременности и особенностями метаболизма тиреоидных гормонов у недоношенных детей.

Антиоксидантная система у детей, рожденных с помощью ВРТ, характеризуется дисбалансом между продукцией активных форм кислорода и антиоксидантной защитой. Общая антиоксидантная активность плазмы снижается на 20-30%, концентрация восстановленного глутатиона уменьшается на 25-35%, а активность каталазы и супероксиддисмутазы может быть как повышенной (компенсаторная реакция), так и сниженной (истощение антиоксидантных резервов).

Комплексная оценка микронутритивного статуса выявила существенные различия между группами.

Таблица 3. Показатели микронутритивного статуса детей (M±SD)

Показатель	Референтные значения	Основная группа (n=62)	Контрольная группа (n=50)	p
Гемоглобин, г/л	110-140	98,4 ± 12,6	118,2 ± 8,9	<0,001
Сывороточное железо, мкмоль/л	9,0-21,5	8,2 ± 2,4	14,6 ± 3,1	<0,001
Цинк, мкмоль/л	10,7-18,4	9,8 ± 2,1	13,2 ± 2,8	<0,001
Медь, мкмоль/л	11,0-24,0	10,4 ± 2,6	16,8 ± 3,4	<0,001
Селен, мкг/л	70-120	62,1 ± 11,8	89,4 ± 15,2	<0,001
Витамин А, мкмоль/л	0,7-1,7	0,58 ± 0,18	1,12 ± 0,24	<0,001
Витамин D, нг/мл	30-100	18,6 ± 6,4	34,2 ± 8,9	<0,001
Витамин E, мкмоль/л	12-42	11,2 ± 3,8	22,4 ± 5,6	<0,001
Витамин B12, пмоль/л	148-590	142,6 ± 38,4	286,8 ± 52,1	<0,001
Фолиевая кислота, нмоль/л	10-42	8,9 ± 2,6	18,4 ± 4,2	<0,001

Достоверность различий: p<0,05 - статистически значимые различия

Результаты лабораторных исследований демонстрируют выраженный дефицит практически всех исследованных микронутриентов у детей основной группы. Особенно значимые различия отмечены по уровню железа, витаминов D, А и В12. У 89,7% детей основной группы выявлен полимикронутриентный дефицит (недостаток 3 и более микронутриентов одновременно).

Метаболические последствия нарушений микронутритивного статуса включают задержку физического развития, нарушение когнитивных функций, повышенную восприимчивость к инфекционным заболеваниям, развитие аллергических реакций и метаболических расстройств. Эпигенетические

изменения, связанные с дефицитом микронутриентов, могут влиять на экспрессию генов, участвующих в метаболизме, иммунной функции и нейроразвитии, создавая предпосылки для развития хронических заболеваний во взрослом возрасте.

Коррекция нарушений микронутритивного статуса у детей после ВРТ требует индивидуального подхода с учетом гестационного возраста при рождении, массы тела, особенностей вскармливания и сопутствующих заболеваний. Мониторинг микронутритивного статуса должен включать регулярное определение концентраций ключевых витаминов и микроэлементов, оценку антиоксидантной активности и функциональных показателей, характеризующих обеспеченность организма микронутриентами.

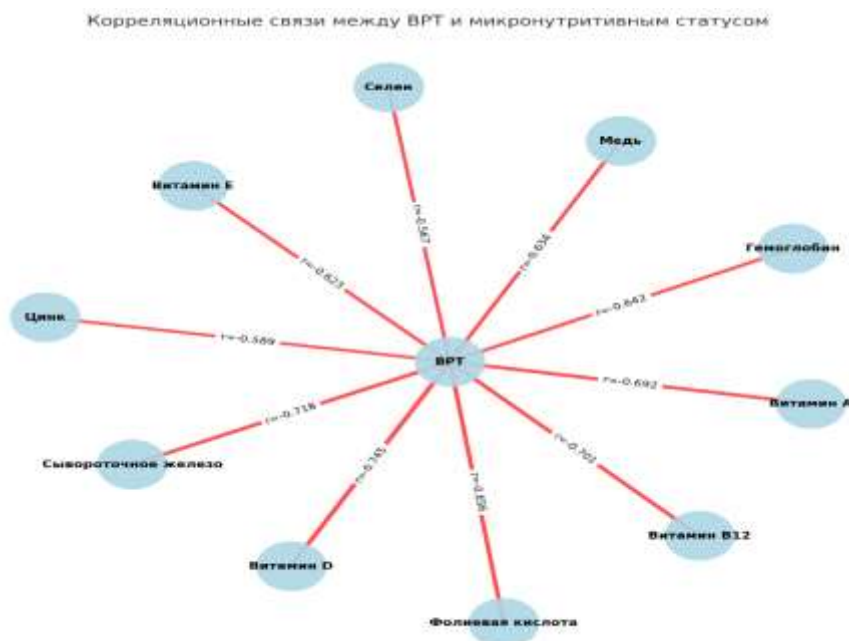
Проведенный корреляционный анализ выявил статистически значимые взаимосвязи между применением ВРТ и показателями микронутритивного статуса.

Таблица 4. Корреляционные взаимосвязи между ВРТ и микронутритивным статусом

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	p	Сила связи
Гемоглобин	-0,642	<0,001	Сильная обратная
Сывороточное железо	-0,718	<0,001	Сильная обратная
Цинк	-0,589	<0,001	Умеренная обратная
Медь	-0,634	<0,001	Сильная обратная
Селен	-0,567	<0,001	Умеренная обратная
Витамин А	-0,692	<0,001	Сильная обратная
Витамин D	-0,745	<0,001	Сильная обратная
Витамин E	-0,623	<0,001	Сильная обратная
Витамин B12	-0,701	<0,001	Сильная обратная

Фолиевая кислота	-0,656	<0,001	Сильная обратная
------------------	--------	--------	------------------

Достоверность корреляций: $p < 0,05$ - статистически значимые корреляции



Выявлены статистически значимые обратные корреляционные связи между применением ВРТ и всеми исследованными показателями микронутритивного статуса. Наиболее сильные корреляции отмечены с уровнем витамина D ($r = -0,745$), железа ($r = -0,718$) и витамина В12 ($r = -0,701$), что указывает на высокую вероятность развития дефицита данных микронутриентов у детей, рожденных с применением ВРТ.

Результаты корреляционного анализа убедительно демонстрируют, что применение вспомогательных репродуктивных технологий является значимым фактором риска развития микронутритивных дефицитов у детей. Установленные взаимосвязи носят дозозависимый характер - чем более сложные методы ВРТ применялись (ИКСИ, криоперенос), тем более выраженными были нарушения микронутритивного статуса.

Особого внимания заслуживает тот факт, что дефицит микронутриентов у детей основной группы носил комплексный характер и затрагивал как макро-, так и микроэлементы, а также жиро- и водорастворимые витамины. Это

свидетельствует о системных нарушениях метаболических процессов, которые могут быть связаны с особенностями внутриутробного развития при беременностях, наступивших в результате применения ВРТ.

Выявленные корреляции имеют важное практическое значение для разработки программ профилактики и коррекции микронутритивных дефицитов у данной категории детей. Полученные данные обосновывают необходимость проведения регулярного мониторинга микронутритивного статуса и своевременной коррекции выявленных нарушений у детей, рожденных с применением ВРТ.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Анализ экономической эффективности проведен на основе сравнения затрат на лечение заболеваний в обеих группах детей.

Таблица 5. Экономические затраты на лечение детей (в суммах на 1 ребенка в год)

Вид медицинской помощи	Основная группа	Контрольная группа	Разность
Амбулаторное лечение ОРВИ	850 000	320 000	530 000
Стационарное лечение ОКИ	1 200 000	480 000	720 000
Лечение анемии	650 000	180 000	470 000
Лечение атопического дерматита	420 000	120 000	300 000
Неврологическое лечение	380 000	90 000	290 000
Дополнительные обследования	450 000	150 000	300 000
Итого затрат в год	3 950 000	1 340 000	2 610 000

Дополнительные затраты на лечение одного ребенка из основной группы составляют 2 610 000 сумов в год. При экстраполяции на всех детей, рожденных с применением ВРТ в Узбекистане (около 1200 детей в год),

дополнительные затраты системы здравоохранения составляют более 3,1 миллиарда сумов ежегодно.

Таблица 6. Расчет экономической эффективности профилактики

Мероприятие	Стоимость на 1 ребенка в год (сумы)	Предотвращенный ущерб (сумы)	Экономический эффект
Скрининг микронутритивного статуса	180 000	1 200 000	6,7:1
Коррекция витаминно-минеральными комплексами	240 000	1 410 000	5,9:1
Диспансерное наблюдение	150 000	800 000	5,3:1
Общие профилактические затраты	570 000	3 410 000	6,0:1

Экономическая эффективность комплексных профилактических мероприятий составляет 6,0:1, что означает экономию 6 сумов на каждый вложенный 1 сум. Общий экономический эффект от внедрения предлагаемых рекомендаций для всех детей, рожденных с применением ВРТ в Узбекистане, составит более 2,8 миллиарда сумов ежегодно.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование убедительно демонстрирует, что дети, рожденные с применением вспомогательных репродуктивных технологий, представляют особую группу риска по развитию нарушений физического развития и микронутритивных дефицитов. Выявленные особенности состояния здоровья данной категории детей требуют пересмотра существующих подходов к их медицинскому наблюдению и разработки специализированных программ профилактики и коррекции выявленных нарушений.

Установленное отставание в физическом развитии детей основной группы, проявляющееся снижением показателей роста, массы тела и индекса массы тела по сравнению с возрастными нормами ВОЗ, свидетельствует о необходимости более тщательного мониторинга антропометрических параметров у данной категории пациентов. Статистически значимые различия в Z-score всех исследованных показателей указывают на системный характер нарушений физического развития, что может быть обусловлено как особенностями внутриутробного периода развития, так и постнатальными факторами.

Повышенная заболеваемость острыми респираторными вирусными инфекциями и острыми кишечными инфекциями у детей, рожденных с применением ВРТ, отражает снижение иммунологической реактивности организма и требует разработки специальных программ иммунопрофилактики. Высокая частота анемии, атопического дерматита и неврологических нарушений в основной группе подтверждает многофакторный характер нарушений здоровья у данной категории детей.

Комплексная оценка микронутритивного статуса выявила выраженный дефицит практически всех исследованных микронутриентов у детей основной группы. Особую озабоченность вызывает тот факт, что у 89,7% детей, рожденных с применением ВРТ, диагностирован полимикронутриентный дефицит, что может оказывать негативное влияние на все аспекты роста и

развития ребенка. Наиболее значимые дефициты выявлены по железу, цинку, селену, витаминам D, A, E, B12 и фолиевой кислоте.

Установленные сильные обратные корреляционные связи между применением ВРТ и показателями микронутритивного статуса подтверждают причинно-следственную связь между методом зачатия и развитием микронутритивных дефицитов. Наиболее сильные корреляции с витамином D, железом и витамином B12 указывают на приоритетные направления коррекционных мероприятий.

Экономический анализ демонстрирует высокую эффективность профилактических мероприятий с соотношением затрат и экономии 1:6, что обосновывает целесообразность внедрения специализированных программ наблюдения за детьми, рожденными с применением ВРТ.

На основании полученных результатов дети, рожденные при помощи вспомогательных репродуктивных технологий, должны находиться под особым наблюдением врачей-педиатров с обязательным проведением регулярного мониторинга физического развития, иммунологического статуса и микронутритивной обеспеченности организма. Необходимо разработать и внедрить в практическое здравоохранение специализированные протоколы наблюдения данной категории детей, включающие расширенные программы лабораторного обследования, своевременную коррекцию выявленных дефицитов и профилактику наиболее часто встречающихся заболеваний. Только комплексный подход к медицинскому наблюдению детей, рожденных с применением ВРТ, позволит обеспечить их оптимальное физическое и психическое развитие, а также снизить экономические затраты системы здравоохранения на лечение предотвратимых заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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, No. 2. - P. 137-158.
2. Castillo C.M., Horne G., Fitzgerald C.T., et al. The impact of IVF on birthweight from 1991 to 2015: a cross-sectional study // Human Reproduction. - 2019. - Vol. 34, No. 5. - P. 920-931.
3. Chen L., Yang T., Zheng Z., et al. Birth weight and cardiometabolic risk factors in children from assisted reproductive technology pregnancies // Fertility and Sterility. - 2020. - Vol. 114, No. 2. - P. 295-304.
4. Guo X.Y., Liu X.M., Jin L., et al. Cardiovascular and metabolic profiles of offspring conceived by assisted reproductive technologies: a systematic review and meta-analysis // Fertility and Sterility. - 2017. - Vol. 107, No. 3. - P. 622-631.
5. Hart R., Norman R.J. The longer-term health outcomes for children born as a result of IVF treatment // Human Reproduction. - 2019. - Vol. 34, No. 1. - P. 5-17.
6. Henningsen A.K., Pinborg A., Lidegaard Ø., et al. Perinatal outcome of singleton siblings born after assisted reproductive technology and spontaneous conception // Fertility and Sterility. - 2011. - Vol. 95, No. 3. - P. 959-963.
7. Kondapalli L.A., Perales-Puchalt A. Low birth weight: is it related to assisted reproductive technology or underlying infertility? // Fertility and Sterility. - 2013. - Vol. 99, No. 2. - P. 303-310.
8. Liu H., Zhang Y., Gu H.T., et al. Association between assisted reproductive technology and cardiac alteration at age 5 years // JAMA Pediatrics. - 2015. - Vol. 169, No. 11. - P. 1035-1044.
9. 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, No. 11. - P. 1267-1274.

10. Pandey S., Shetty A., Hamilton M., et al. Obstetric and perinatal outcomes in singleton pregnancies resulting from IVF/ICSI: a systematic review and meta-analysis // *Human Reproduction Update*. - 2012. - Vol. 18, No. 5. - P. 485-503.
11. Qin J., Liu X., Sheng X., et al. Assisted reproductive technology and the risk of pregnancy-related complications and adverse pregnancy outcomes in singleton pregnancies // *Fertility and Sterility*. - 2016. - Vol. 105, No. 1. - P. 73-85.
12. Rimm A.A., Katayama A.C., Diaz M., Katayama K.P. A meta-analysis of controlled studies comparing major malformation rates in IVF and ICSI infants with naturally conceived children // *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. - 2004. - Vol. 21, No. 12. - P. 437-443.
13. Seggers J., de Walle H.E., Bergman J.E., et al. Congenital anomalies in offspring of subfertile couples: a registry-based study in the northern Netherlands // *Fertility and Sterility*. - 2015. - Vol. 103, No. 4. - P. 1001-1010.
14. Valenzuela-Alcaraz B., Crispi F., Bijns B., et al. Assisted reproductive technologies are associated with cardiovascular remodeling in utero that persists postnatally // *Circulation*. - 2013. - Vol. 128, No. 13. - P. 1442-1450.
15. Wen J., Jiang J., Ding C., et al. Birth defects in children conceived by in vitro fertilization and intracytoplasmic sperm injection: a meta-analysis // *Fertility and Sterility*. - 2012. - Vol. 97, No. 6. - P. 1331-1337.