

УДК 616.6(571.122)

<https://doi.org/10.52420/umj.25.2.57><https://elibrary.ru/WGBKRH>

Взаимосвязь между уровнем витаминов-антиоксидантов в сыворотке крови и параметрами спермограммы у мужчин с идиопатическим бесплодием в ХМАО-Югре

Олег Сергеевич Белик✉

Окружная клиническая больница, Ханты-Мансийск, Россия

✉ belik.o.s@mail.ru

Аннотация

Введение. Нарушения мужской фертильности, особенно идиопатическое мужское бесплодие (ИМБ), остаются актуальной медико-социальной проблемой. Патогенез ИМБ часто связывают с оксидативным стрессом, в связи с чем особый интерес представляют витамины-антиоксиданты, однако комплексных исследований их сывороточных концентраций в региональных популяциях, таких как Ханты-Мансийский автономный округ — Югра (ХМАО-Югра), недостаточно.

Цель исследования — сравнить концентрацию витаминов А, Е, С, D в сыворотке крови и параметры спермограммы у мужчин с ИМБ и фертильных мужчин, проживающих в ХМАО-Югре, а также оценить взаимосвязь уровней витаминов с показателями спермограммы в общей выборке обследованных лиц.

Материалы и методы. Проведено проспективное исследование «случай — контроль». Основную группу составили 70 пациентов с ИМБ, группу сравнения — 50 фертильных мужчин с нормоспермией. Всем участникам выполнены оценка семиологических параметров (критерии Всемирной организации здравоохранения 2021) и определение сывороточных концентраций витаминов А и Е методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ); витамина С — ВЭЖХ с ультрафиолетовым детектированием; 25-гидроксивитамина D — хемилюминесцентным иммуноанализом. Статистический анализ выполнен в MedCalc.

Результаты. У пациентов с ИМБ выявлено достоверное снижение уровней витаминов А, Е и С и ухудшение всех параметров спермограммы по сравнению с контролем ($p < 0,001$). Различий по витамину D не обнаружено. В ходе корреляционного анализа на объединенной выборке ($n = 120$) выявлены статистически значимые положительные связи витаминов А, Е и С с основными параметрами спермограммы. Наиболее выраженные корреляции установлены для витамина С с долей активно подвижных сперматозоидов ($r_s = 0,758$; $p < 0,001$) и общей подвижностью ($r_s = 0,699$; $p < 0,001$). Витамины А и Е также значимо коррелировали с подвижностью, морфологией и концентрацией сперматозоидов ($p < 0,001–0,010$). Достоверных корреляций витамина D с показателями спермограммы не выявлено ($p > 0,050$).

Ключевые слова: идиопатическое мужское бесплодие, витамины-антиоксиданты, оксидативный стресс, спермограмма, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра

Финансирование. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (протокол № 174 от 16 ноября 2021 г.). Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Все участники предоставили добровольное информированное согласие.

Для цитирования: Белик О.С. Взаимосвязь между уровнем витаминов-антиоксидантов в сыворотке крови и параметрами спермограммы у мужчин с идиопатическим бесплодием в ХМАО-Югре // Уральский медицинский журнал. 2026. Т. 25, № 2. С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.2.57>. EDN: <https://elibrary.ru/WGBKRH>.

Relationship Between Serum Levels of Antioxidant Vitamins and Semen Analysis Parameters in Men with Idiopathic Infertility in Yugra

Oleg S. Belik ✉

District Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, Russia

✉ belik.o.s@mail.ru

Abstract

Introduction. Male fertility disorders, particularly idiopathic male infertility (IMI), remain a pressing medical and social issue. The pathogenesis of IMI is often associated with oxidative stress, which highlights the relevance of antioxidant vitamins. However, comprehensive studies of their serum concentrations in regional populations, such as the Yugra, are lacking.

Objective is to compare serum concentrations of vitamins A, E, C, D and semen parameters in men with IMI and fertile men residing in Yugra, and to assess the relationship between vitamin levels and semen parameters in the total sample of examined individuals.

Materials and methods. A prospective case-control study was conducted. The main group consisted of 70 patients with IMI, the comparison group — 50 fertile men with normozoospermia. All participants underwent semen analysis (WHO 2021 criteria) and determination of serum concentrations of vitamins A and E by high-performance liquid chromatography (HPLC), vitamin C by HPLC with ultraviolet detection, and 25-hydroxyvitamin D by chemiluminescent immunoassay. Statistical analysis was performed using MedCalc.

Results. Patients with IMI showed a significant decrease in serum levels of vitamins A, E, and C and deterioration in all semen parameters compared to controls ($p < 0.001$). No differences were found for vitamin D. Correlation analysis in the pooled sample ($n = 120$) revealed significant positive associations of vitamins A, E, and C with the main semen parameters. The most pronounced correlations were found for vitamin C with the proportion of progressively motile sperm ($r_s = 0.758$; $p < 0.001$) and total motility ($r_s = 0.699$; $p < 0.001$). Vitamins A and E also significantly correlated with motility, morphology, and sperm concentration ($p < 0.001$ – 0.010). No significant correlations were found between vitamin D and semen parameters ($p > 0.050$).

Keywords: idiopathic male infertility, antioxidant vitamins, oxidative stress, semen analysis, Yugra

Funding. The author declares the absence of external funding for the study.

Conflict of interest. The author declares the absence of obvious or potential conflict of interest.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the Local Ethics Committee of the Khanty-Mansiysk State Medical Academy (Protocol No. 174 dated 16 November 2021). The research was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki and the standards of Good Clinical Practice. All participants provided voluntary informed consent.

For citation: Belik OS. Relationship between serum levels of antioxidant vitamins and semen analysis parameters in men with idiopathic infertility in Yugra. *Ural Medical Journal*. 2026;25(2):57–66. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.2.57>. EDN: <https://elibrary.ru/WGBKRH>.

© Белик О. С., 2026

© Belik O. S., 2026

Список сокращений

АФК — активные формы кислорода

ВЭЖХ — высокоэффективная жидкостная хроматография

ИМБ — идиопатическое мужское бесплодие

ИМТ — индекс массы тела

ОС — оксидативный стресс

ХМАО-Югра — Ханты-Мансийский автономный округ — Югра

25(ОН)D — 25-гидроксикальциферол

AZF — фактор азооспермии (*англ.* azoospermia factor)

M — среднее (*англ.* mean)

Me — медиана (*англ.* median)

p — уровень статистической значимости

Q₁ & Q₃ — 1-й и 3-й квартили (*англ.* 1st and 3rd quartiles)

r_s — коэффициент ранговой корреляции Спирмена

SD — стандартное отклонение (*англ.* standard deviation)

Введение

В современной медицине нарушения мужской фертильности остаются важнейшей проблемой, имеющей выраженное медико-социальное значение. Согласно эпидемиологическим данным, проблемы с естественным зачатием отмечаются у 15–25 % пар. Вклад мужского фактора за последние 20–30 лет неуклонно увеличивался и в настоящее время достигает 50 % [1, 2]. Наибольшие сложности для клиницистов представляют случаи идиопатического мужского бесплодия (ИМБ), этот диагноз устанавливается при исключении всех известных этиологических факторов после проведения стандартного комплекса обследований [3]. Согласно литературным данным, на ИМБ приходится от 30 % до 60 % всех случаев мужской инфертильности [4, 5]. Распространенность ИМБ определяет приоритетность изучения его патогенеза и разработки терапевтических стратегий как важнейших задач современной андрологии.

В настоящее время доминирующей концепцией, объясняющей развитие ИМБ, является теория оксидативного стресса (ОС), согласно которой в основе нарушений лежит дисбаланс между продукцией активных форм кислорода (АФК) и возможностями антиоксидантной защиты организма в целом и репродуктивного тракта в частности [6, 7].

Витамины А (ретинол), Е (α-токоферол) и С (аскорбиновая кислота) играют ключевую роль в системе антиоксидантной защиты. Ретинол, выполняя функцию сигнальной молекулы, критически важен для регуляции процессов пролиферации и дифференцировки герминативных клеток, а также в поддержании структурной и функциональной целостности эпителия семенных канальцев [8]. Витамин Е выполняет ключевую мембранопротекторную функцию: локализуясь в липидном бислое, он обрывает цепные реакции перекисного окисления липидов, нейтрализуя свободные радикалы. Это предотвращает повреждение мембран сперматозоидов, сохраняя их текучесть, жизнеспособность и способность к оплодотворению [9]. Аскорбиновая кислота является главным водорастворимым антиоксидантом в семенной плазме, эффективно нейтрализующим АФК. Особая значимость витамина С заключается в способности к регенерации окисленной формы витамина Е (токоферил-радикала) обратно в активный α-токоферол, что обеспечивает синергизм и непрерывность работы антиоксидантной системы. Кроме того, он самостоятельно нейтрализует широкий спектр кислородных и азотных радикалов в водной среде семенной плазмы [10]. Роль витамина D (25-гидроксикальциферола, 25(ОН)D) в мужской фертильности изучена в меньшей степени. Предполагается его участие в регуляции кальциевого гомеостаза в клетках Сертоли и Лейдига — основных соматических клетках семенников, отвечающих соответственно

за поддержку сперматогенеза и синтез тестостерона, — а также в модуляции местного иммунного ответа и транскрипции генов, связанных со сперматогенезом [11, 12].

Несмотря на обширные данные о значении витаминов для репродуктивного здоровья, исследования, комплексно оценивающие их сывороточный уровень и его взаимосвязь с конкретными параметрами спермограммы в четко очерченных клинических группах, особенно в условиях российских регионов, остаются немногочисленными. Ханты-Мансийский автономный округ — Югра (ХМАО-Югра) является регионом с особыми климатогеографическими условиями, что является фактором риска развития гиповитаминоза D и других микронутриентных дефицитов, способных опосредованно влиять на репродуктивное здоровье [13].

Цель исследования — сравнить концентрацию витаминов А, Е, С, D в сыворотке крови и параметры спермограммы у мужчин с ИМБ и фертильных мужчин, проживающих в ХМАО-Югре, а также оценить взаимосвязь уровней витаминов с показателями спермограммы в общей выборке обследованных лиц.

Материалы и методы

Проведено проспективное сравнительное исследование типа «случай — контроль». Период набора пациентов и сбора данных составил 5 лет (2021–2025 гг.). Местом проведения исследования выступила лаборатория вспомогательных репродуктивных технологий на базе Окружной клинической больницы (Ханты-Мансийск).

В исследовательскую когорту вошло 120 пациентов мужского пола в возрасте 20–45 лет, являющихся постоянными жителями территорий ХМАО-Югры не менее 5 лет. Основную группу (I) ($n = 70$) составили пациенты с идиопатической олиго-, астено- и (или) тератозооспермией (критерии Всемирной организации здравоохранения, 2021), состоящие в бесплодном браке ≥ 12 месяцев. Группу сравнения (II) ($n = 50$) составили фертильные мужчины с подтвержденной репродуктивной функцией (наличие как минимум 1 здорового ребенка за последние 3 года) и нормоспермией по данным спермограммы, сопоставимые по возрасту и длительности проживания в регионе.

Критериями исключения для обеих групп служили клинически значимое варикоцеле (II–III степени); острые или хронические инфекционно-воспалительные заболевания уrogenитального тракта в течение последних 6 месяцев; диагностированные эндокринные нарушения (гипогонадизм, патология щитовидной железы); генетические причины бесплодия (микроделеции AZF-локуса¹ Y-хромосомы, кариотипические аномалии); врожденные аномалии развития репродуктивных органов; тяжелые соматические заболевания в стадии декомпенсации; прием витаминно-минеральных комплексов, антиоксидантных или гормональных препаратов в течение 6 месяцев, предшествующих исследованию.

Сбор и оценка эякулята проводилась согласно актуальным рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (2021). Забор материала осуществлялся в условиях лаборатории в стерильные контейнеры после периода полового воздержания от 2 до 5 суток (медиана — 4 дня). После полного разжижения образцов при 37 °C (20–60 минут) выполнялся анализ на автоматизированной системе SQA-V (Medical Electronic Systems, Ltd., Израиль). Ключевыми оцениваемыми параметрами были концентрация сперматозоидов (млн/мл), общий процент подвижных форм (%), доля клеток с прогрессивным движением (категории A + B, %). Исследование морфологии сперматозоидов проводилось на окрашенных препаратах (метод Diff-Quick) с применением строгих критериев Крюгера.

¹ AZF — фактор азооспермии (англ. azoospermia factor).

Для определения витаминов производился забор периферической венозной крови утром натощак. Полученная центрифугированием сыворотка криоконсервировалась при -80°C до проведения анализа. Количественное определение витаминов А и Е проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуоресцентным детектированием на системе Agilent 1260 Infinity (Agilent Technologies, Inc., США). Витамин С определялся методом ВЭЖХ с ультрафиолетовым детектированием. Оценка статуса витамина D проводилась путем измерения концентрации его основного метаболита 25(OH)D в сыворотке методом хемилюминесцентного иммуноанализа на автоматическом анализаторе Architect i2000SR (Abbott Laboratories, США).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ MedCalc (версия 23.3.7.0; MedCalc Software Ltd, Бельгия). Характер распределения количественных переменных проверялся с помощью критерия Шапиро — Уилка. Параметры с нормальным распределением описаны как среднее арифметическое (*англ.* mean, M) и стандартное отклонение (*англ.* standard deviation, SD) и сравнивались межгрупповым *t*-критерием Стьюдента. Показатели с распределением, отличным от нормального, представлены в виде медианы (*англ.* median, Me) и интерквартильного размаха (1-го и 3-го квартилей (*англ.* 1st and 3rd quartiles, Q_1 & Q_3)) и анализировались при помощи непараметрического *U*-критерия Манна — Уитни. Для оценки взаимосвязи между концентрациями витаминов и параметрами спермограммы в общей выборке обследованных мужчин ($n = 120$) вычислялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). Уровень статистической значимости (p) установлен равным 0,050. Различия и корреляции считались статистически значимыми при $p < 0,050$.

Результаты

В ходе сравнительного анализа базовых антропометрических характеристик между группами (табл. 1) не выявлены статистически значимые различия по возрасту, росту и массе тела ($p > 0,050$), что подтверждает корректность сопоставления групп. Единственным исключением был индекс массы тела (ИМТ), значение которого достоверно превышало таковое в группе I (пациенты с инфертильностью) по сравнению с группой II (сравнения) — 27,6 (3,5) кг/м² против 26,4 (2,3) кг/м² ($p = 0,026$).

Таблица 1

Характеристика пациентов исследуемых групп ($n = 120$)

Показатель	Группа I ($n = 70$)		Группа II ($n = 50$)		p
	M (SD)	Me [Q_1 ; Q_3]	M (SD)	Me [Q_1 ; Q_3]	
Возраст, лет	33,9 (6,8)	34,0 [29,8; 39,8]	32,5 (7,5)	34,0 [26,8; 39,0]	0,3821
Рост, см	176,1 (5,0)	176,0 [173,0; 178,8]	176,6 (5,4)	176,0 [173,0; 178,0]	0,9531
Масса тела, кг	86,2 (13,7)	84,5 [78,8; 94,8]	82,2 (6,9)	83,0 [78,0; 86,0]	0,1047
ИМТ, кг/м ²	27,6 (3,5)	27,4 [25,7; 29,7]	26,4 (2,3)	26,5 [25,4; 27,1]	0,026

Примечание: полужирным начертанием выделено статистически значимое различие между группами.

На основе анализа витаминного статуса определены существенные межгрупповые различия (табл. 2). У пациентов группы I сывороточные концентрации витаминов А, Е и С были достоверно ниже, чем у фертильных мужчин ($p < 0,001$). Наиболее выраженное

снижение отмечено для витамина Е — его медианная концентрация в группе пациентов с бесплодием была в 1,6 раза ниже, чем в группе сравнения. Статистически значимых различий в уровне 25(ОН)D между группами не зафиксировано ($p = 0,0813$).

Таблица 2

Сравнительный анализ показателей содержания витаминов А, Е, С и D в крови пациентов исследуемых групп ($n = 120$)

Показатель	Группа I ($n = 70$)	Группа II ($n = 50$)	p
Витамин А, мкг/мл (М (SD))	0,41 (0,09)	0,55 (0,09)	<0,001
Витамин Е, мкг/мл (Ме [Q ₁ ; Q ₃])	5,20 [4,40; 5,90]	8,15 [7,30; 8,90]	<0,001
Витамин С, мг/л (Ме [Q ₁ ; Q ₃])	4,30 [3,90; 4,80]	6,25 [5,90; 6,90]	<0,001
Витамин D, нг/мл (Ме [Q ₁ ; Q ₃])	15,63 [13,11; 18,90]	17,38 [14,00; 21,79]	0,081

Примечание: полужирным начертанием выделены статистически значимые различия между группами.

Все основные параметры эякулята, оцененные в ходе семиологического анализа, также достоверно различались между группами (табл. 3). У пациентов группы I все изученные параметры спермограммы были достоверно ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,001$). Наиболее выраженные различия отмечены для доли активно подвижных сперматозоидов (категории А + В), которая у пациентов с бесплодием была более чем в 2,5 раза ниже, чем у фертильных мужчин. Аналогичная тенденция наблюдалась для общей подвижности и морфологии сперматозоидов.

Таблица 3

Сравнительный анализ параметров спермограммы у мужчин исследуемых групп ($n = 120$), Ме [Q₁; Q₃]

Показатель	Группа I ($n = 70$)	Группа II ($n = 50$)	p
Концентрация сперматозоидов, млн/мл	37,05 [20,40; 61,70]	61,00 [46,90; 82,40]	<0,001
Концентрация подвижных сперматозоидов, %	26,45 [12,50; 39,70]	54,05 [49,60; 58,50]	<0,001
Концентрация активно подвижных сперматозоидов (категории А + В), %	16,10 [60,00; 24,30]	44,95 [40,90; 48,90]	<0,001
Концентрация сперматозоидов с нормальной морфологией (строгие критерии по Крюгеру), %	5,75 [3,00; 9,50]	13,00 [10,50; 15,50]	<0,001

Примечание: полужирным начертанием выделены статистически значимые различия между группами.

Для оценки взаимосвязи между сывороточными концентрациями витаминов и параметрами эякулята проведен корреляционный анализ среди всех 120 участников исследования (табл. 4). Установлены статистически значимые положительные корреляции средней и сильной степеней между уровнями витаминов А, Е и С и ключевыми качественными показателями спермограммы. Наиболее сильные корреляционные связи установлены для витамина С, особенно с показателями подвижности и морфологии сперматозоидов. Витамины А и Е также продемонстрировали значимые положительные корреляции с основными параметрами качества спермы, однако их связи несколько слабее. Корреляции всех трех витаминов с концентрацией сперматозоидов были статистически значимыми, но слабыми.

Таблица 4

**Взаимосвязь между концентрацией витаминов в сыворотке крови
и показателями спермограммы в общей выборке обследованных мужчин (r_s)**

Показатель	Витамин А, мкг/мл	Витамин Е, мкг/мл	Витамин С, мг/л	Витамин D, нг/мл
Концентрация сперматозоидов, млн/мл	$r_s = 0,269$ $p = 0,003$	$r_s = 0,254$ $p = 0,005$	$r_s = 0,395$ $p < 0,001$	$r_s = 0,076$ $p = 0,411$
Концентрация подвижных сперматозоидов, %	$r_s = 0,616$ $p < 0,001$	$r_s = 0,560$ $p < 0,001$	$r_s = 0,699$ $p < 0,001$	$r_s = 0,150$ $p = 0,103$
Концентрация активно подвижных сперматозоидов (категории А + В), %	$r_s = 0,665$ $p < 0,001$	$r_s = 0,634$ $p < 0,001$	$r_s = 0,758$ $p < 0,001$	$r_s = 0,143$ $p = 0,120$
Концентрация сперматозоидов с нормальной морфологией (строгие критерии по Крюгеру), %	$r_s = 0,590$ $p < 0,001$	$r_s = 0,549$ $p < 0,001$	$r_s = 0,666$ $p < 0,001$	$r_s = 0,135$ $p = 0,142$

Примечание: полужирным начертанием выделены статистически значимые различия между группами.

Таким образом, все 3 изученных витамина-антиоксиданта (А, Е и С) продемонстрировали статистически значимые связи с показателями спермограммы, тогда как для витамина D достоверных корреляций с какими-либо параметрами эякулята не обнаружено ($p > 0,050$).

Обсуждение

В результате проведенного исследования выявлен комплекс различий в витаминном статусе и параметрах эякулята между пациентами с ИМБ и фертильными мужчинами, проживающими в ХМАО-Югре, а также установлены статистически значимые корреляционные взаимосвязи между сывороточными уровнями витаминов А, Е и С и основными показателями качества спермы в общей выборке обследованных лиц.

Полученные данные о снижении сывороточных концентраций витаминов ретинола, α -токоферола и аскорбиновой кислоты у пациентов с идиопатической инфертильностью, по сравнению с фертильными мужчинами, полностью согласуются с доминирующей в современной андрологии концепцией о ключевой роли ОС в патогенезе такого состояния [14]. Низкие уровни этих ключевых антиоксидантов создают предпосылки для дисбаланса в системе про- и антиоксидантов, что может приводить к избыточному повреждению мембран сперматозоидов АФК [15]. Наиболее статистически значимое межгрупповое различие отмечено для α -токоферола — ключевого липофильного антиоксиданта: его медианная концентрация в основной группе была ниже в 1,6 раза по сравнению с группой сравнения. Дефицит витамина Е способствует индукции перекисного окисления липидов [16]. Развивающееся вследствие этого повреждение липидного бислоя нарушает текучесть и стабильность мембран сперматозоидов, что непосредственно сказывается на их оплодотворяющей способности и подвижности [17]. Выявленное снижение витамина С, главного водорастворимого антиоксиданта семенной плазмы, также, по-видимому, имеет критическое значение, поскольку аскорбиновая кислота не только нейтрализует АФК в жидкой среде, но и участвует в регенерации окисленного витамина Е, обеспечивая синергизм антиоксидантной защиты [18].

Важным результатом является отсутствие статистически значимой разницы в уровнях 25(ОН)D между группами. Это позволяет предположить, что вклад дефицита витамина D в развитие ИМБ в изучаемой популяции, вопреки данным некоторых исследований, может

быть не первостепенным [19, 20]. Однако нельзя исключать, что для проявления биологического эффекта витамина D важен не его абсолютный уровень, а состояние рецепторного аппарата и локальный метаболизм в тканях репродуктивного тракта [21].

В ходе корреляционного анализа, выполненного на общей выборке ($n = 120$), выявлен избирательный характер взаимосвязей между витаминами и показателями спермограммы. Наиболее сильные ассоциации установлены для витамина С, что подчеркивает его ведущую роль в защите митохондрий и структурных белков жгутиков сперматозоидов от ОС, напрямую влияющего на энергетический метаболизм и подвижность [22, 23]. Высокие корреляции витамина А с подвижностью и особенно морфологией сперматозоидов ($r_s = 0,590$; $p < 0,001$) имеют убедительное патофизиологическое обоснование: ретиновая кислота (активный метаболит витамина А) является ключевым сигнальным лигандом, регулирующим пролиферацию, мейоз и терминальную дифференцировку мужских половых клеток на всех этапах сперматогенеза [24].

Важно отметить, что витамин Е, наряду с витаминами А и С, продемонстрировал статистически значимые положительные корреляции с подвижностью и морфологией сперматозоидов. Это подтверждает его роль как полноценного компонента антиоксидантной защиты репродуктивной системы и согласуется с данными литературы о значимости этого витамина для поддержания мужской фертильности [25, 26].

Тот факт, что корреляции ретинола, α -токоферола и аскорбиновой кислоты с концентрацией сперматозоидов оказались слабыми, хотя и статистически значимыми ($r_s = 0,25-0,40$), позволяет предположить, что их основная роль заключается преимущественно в модуляции постмейотических процессов — созревания и функциональной дифференцировки гамет, — тогда как влияние на пролиферацию сперматогониев, определяющую общее количество клеток, выражено в меньшей степени.

Выявленное отсутствие статистически значимых корреляций витамина D с какими-либо параметрами спермограммы, наряду с отсутствием межгрупповых различий, усиливает вывод о том, что в изученной популяции мужчин ХМАО-Югры обеспеченность витамином D не является определяющим фактором качества эякулята. Это может быть связано как с региональными особенностями метаболизма этого витамина, так и с тем, что его влияние реализуется опосредованно — через другие механизмы, не отражающиеся напрямую в рутинных показателях спермограммы.

Выявленное статистически значимое различие в ИМТ между группами, хотя и укладывающееся в рамки избыточной массы тела, а не ожирения, также заслуживает внимания. Адипозная ткань является источником хронического воспаления низкой степени активности и может модулировать гормональный профиль, потенциально усугубляя ОС и создавая неблагоприятный фон для сперматогенеза [27].

Заключение

У мужчин с ИМБ, проживающих в ХМАО-Югре, выявлено достоверное снижение сывороточных уровней витаминов А, Е и С, а также всех параметров спермограммы по сравнению с фертильными мужчинами. Различий в содержании витамина D между группами не обнаружено.

С помощью корреляционного анализа на объединенной выборке ($n = 120$) установлены статистически значимые положительные связи ретинола, α -токоферола и аскорбиновой кислоты с подвижностью и морфологией сперматозоидов, при этом наиболее сильные ас-

социации характерны для витамина С. Связи изученных витаминов с концентрацией сперматозоидов были слабыми, а для витамина D значимых корреляций не выявлено.

Полученные данные обосновывают целесообразность оценки статуса витаминов А, Е и С у мужчин с ИМБ в ХМАО-Югре и могут служить основой для разработки программ нутритивной поддержки, направленных на коррекцию их дефицита.

Список источников | References

1. Sun H, Gong TT, Jiang YT, Zhang S, Zhao YH, Wu QJ. Global, regional, and national prevalence and disability-adjusted life-years for infertility in 195 countries and territories, 1990–2017: Results from a global burden of disease study, 2017. *Aging*. 2019;11(23):10952–10991. DOI: <https://doi.org/10.18632/aging.102497>.
2. Agarwal A, Baskaran S, Parekh N, Cho CL, Henkel R, Vij S, et al. Male infertility. *The Lancet*. 2021;397(10271):319–333. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32667-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32667-2).
3. Boeri L, Kandil H, Ramsay J. Idiopathic male infertility — what are we missing? *Arab Journal of Urology*. 2024;23(3):215–229. DOI: <https://doi.org/10.1080/20905998.2024.2381972>.
4. Efremov EA, Kasatonova EV. Current and promising methods for the treatment of idiopathic male infertility. *Andrology and Genital Surgery*. 2022;23(3):48–53. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/AXMIRE>.
5. Minhas S, Boeri L, Capogrosso P, Cocci A, Corona G, Dinkelman-Smit M, et al. European Association of Urology Guidelines on Male Sexual and Reproductive Health: 2025 update on male infertility. *European Urology*. 2025;87(5):601–616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2025.02.026>.
6. Ovchinnikov RI. Male infertility associated with oxidative stress of spermatozoa: Pathogenesis and therapeutic approach. *Medical Council*. 2022;(5):46–53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-46-53>.
7. Sengupta P, Roychoudhury S, Nath M, Dutta S. Oxidative stress and idiopathic male infertility. In: Kesari KK, Roychoudhury S (eds.). *Oxidative stress and toxicity in reproductive biology and medicine*. Cham: Springer; 2022. P. 181–204. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-89340-8_9.
8. Zhao Y, Deng S, Li C, Cao J, Wu A, Chen M, et al. The role of retinoic acid in spermatogenesis and its application in male reproduction. *Cells*. 2024;13(13):1092. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells13131092>.
9. Zhou X, Shi H, Zhu S, Wang H, Sun S. Effects of vitamin E and vitamin C on male infertility: A meta-analysis. *International Urology and Nephrology*. 2022;54(8):1793–1805. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11255-022-03237-x>.
10. Kaltsas A. Oxidative stress and male infertility: The protective role of antioxidants. *Medicina*. 2023;59(10):1769. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina59101769>.
11. Kuchmin AN, Diskalenko OV, Izotova AB, Ekimov VV. The future of vitamin D: Extraskelatal effects. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2025;27(2):267–276. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma639981>.
12. Shahid M, Khan S, Ashraf M, Akram Mudassir H, Rehman R. Male infertility: Role of vitamin D and oxidative stress markers. *Andrologia*. 2021;53(8):e14147. DOI: <https://doi.org/10.1111/and.14147>.
13. Boiko YE. Method approaches to studying effects of North factors on human body. *Herald of Education and Science Development of Russian Academy of Natural Sciences*. 2020;(1):82–88. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26163/RAEN.2020.46.81.013>.
14. Agarwal A, Parekh N, Panner Selvam MK, Henkel R, Shah R, Homa ST. Male Oxidative Stress Infertility (MOSI): Proposed terminology and clinical practice guidelines for management of idiopathic male infertility. *The World Journal of Men's Health*. 2019;37(3):296–312. DOI: <https://doi.org/10.5534/wjmh.190055>.
15. Takalani B, Monageng EM, Mohlala K, Monsees TK, Henkel R, Opuwari CS. Role of oxidative stress in male infertility. *Reproduction & Fertility*. 2023;4(3):e230024. DOI: <https://doi.org/10.1530/RAF-23-0024>.
16. Saito Y. Lipid peroxidation products as a mediator of toxicity and adaptive response — the regulatory role of selenoprotein and vitamin E. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2021;703:108840. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2021.108840>.
17. Wang Y, Fu X, Li H. Mechanisms of oxidative stress-induced sperm dysfunction. *Frontiers in Endocrinology*. 2025;16:1520835. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1520835>.
18. Bruno RS, Leonard SW, Atkinson J, Montine TJ, Ramakrishnan R, Bray TM, et al. Faster plasma vitamin E disappearance in smokers is normalized by vitamin C supplementation. *Free Radical Biology & Medicine*. 2006;40(4):689–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2005.10.051>.
19. Gromova OA, Torshin IYu, Grishina TR, Malyavskaya SI. The roles of vitamin D in the prevention and the therapy of male infertility. *Good Clinical Practice*. 2017;(3):61–71. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/YLSNQY>.
20. Güngör K, Güngör ND, Başar MM, Cengiz F, Erşahin SS, Çil K. Relationship between serum vitamin D levels semen parameters and sperm DNA damage in men with unexplained infertility. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2022;26(2):499–505. DOI: https://doi.org/10.26355/eurev_202201_27875.

21. Blomberg Jensen M. Vitamin D metabolism, sex hormones, and male reproductive function. *Reproduction*. 2012;144(2):135–152. DOI: <https://doi.org/10.1530/REP-12-0064>.
22. Colagar AH, Marzony ET. Ascorbic acid in human seminal plasma: Determination and its relationship to sperm quality. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*. 2009;45(2):144–149. DOI: <https://doi.org/10.3164/jcbn.08-251>.
23. Hungerford AJ, Harrison N, Bakos HW, Aitken RJ. Development of an improved medium for the preservation of human spermatozoa. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2025;42(7):2167–2180. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10815-025-03525-2>.
24. Margiana R, Pakpahan C, Pangestu M. A systematic review of retinoic acid in the journey of spermatogonium to spermatozoa: From basic to clinical application [version 2; peer review: 2 approved]. *F1000Research*. 2022;11:552. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.110510.2>.
25. Bozhedomov VA, Kononenko IA. Male preconceptional training: The role of nutrition and nutrient complexes. Part 1. *Experimental and Clinical Urology*. 2023;16(1):128–136. DOI: <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2023-16-1-128-136>.
26. Wang R, Wang S, Song Y, Zhou H, Pan Y, Liu L, et al. Effect of vitamin E on semen quality parameters: A meta-analysis of a randomized controlled trial. *Urology Journal*. 2022;19(5):343–351. DOI: <https://doi.org/10.22037/uj.v19i.7160>.
27. Service CA, Puri D, Al Azzawi S, Hsieh TC, Patel DP. The impact of obesity and metabolic health on male fertility: A systematic review. *Fertility and Sterility*. 2023;120(6):1098–1111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2023.10.017>.

Информация об авторе

Олег Сергеевич Белик ✉ — уролог лаборатории вспомогательных репродуктивных технологий, женская консультация, перинатальный центр, Окружная клиническая больница, Ханты-Мансийск, Россия.

E-mail: belik.o.s@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7835-7685>

Information about the author

Oleg S. Belik ✉ — Urologist of the Laboratory of Assisted Reproductive Technologies, Women's Consultation, Perinatal Center, District Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, Russia.

E-mail: belik.o.s@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7835-7685>

Рукопись получена: 20 января 2026. Одобрена после рецензирования: 2 марта 2026. Принята к публикации: 25 марта 2026.

Received: 20 January 2026. Revised: 2 March 2026. Accepted: 25 March 2026.