



Оценка эффективности и безопасности применения антиоксидантного комплекса «Спермаферт»

В.В. Ипатенков^{1,3}, С.В. Мартазинова², П.А. Щеплев³, Н.П. Наумов^{3,4}

¹ ГБУЗ г. Москвы «Консультативно-диагностический центр №2 ДЗМ», г. Москва, ул. Игральная, д. 8; Департамент здравоохранения города Москвы

² Центральная Медицинская клиника СМД, г. Москва, м. Перово, ул. Новогиреевская, д. 3А

³ Профессиональная Ассоциация Андрологов России (ПААР)

⁴ «Новая Медицина», Московская область, г. Орехово-Зуево, ул. Ленина, д.44.

Контакты: Ипатенков В.В., vipatenkov@mail.ru

Активные формы кислорода негативно влияют на показатели эякулята и сперматогенез в целом. В этом исследовании оценивалась эффективность и безопасность комбинированной антиоксидантной терапии в отношении лечения мужского бесплодия. Производилась оценка общих показателей эякулята и индекс фрагментации ДНК сперматозоидов. Мужчинам с высоким индексом фрагментации ДНК сперматозоидов было рекомендовано принимать по 1 капсуле и 5 мл жидкости (1 мерная ложка) 1 раз в день во время еды. В составе жидкости L-карнитин – 900 мг; В составе 1 капсулы: липоевая кислота – 96 мг, витамин С – 72 мг, цитрат цинка – 56 мг, витамин В6 – 2,4 мг, фолиевая кислота – 0,48 мг, 9-фенил-симметричный октагидроселеноксантен – 0,34 мг. До и после лечения оценивались общие показатели эякулята и индекс фрагментации ДНК сперматозоидов.

Полученные результаты. После трех месяцев лечения антиоксидантным комплексом «Спермаферт» показатели эякулята улучшились, о чем свидетельствует снижение индекса фрагментации ДНК сперматозоидов с $21,6 \pm 3,2\%$ до $12,8 \pm 3,3\%$; увеличение концентрации сперматозоидов с $29,7 \times 10^6$ /мл до $35,7 \times 10^6$ /мл ($p < 0,001$), увеличение общего количества сперматозоидов с $72,1 \times 10^6$ до $95,5 \times 10^6$ ($p = 0,012$).

Выводы. Прием антиоксидантов может улучшить общие показатели эякулята и снизить уровень индекса фрагментации ДНК сперматозоидов у мужчин в бесплодном браке. Выводы данного исследования совпадают с общими трендами в данном направлении.

Ключевые слова: мужское бесплодие, антиоксиданты, Спермаферт, индекс фрагментации ДНК.



Evaluation of the effectiveness and safety of the use of the antioxidant complex "Spermafert"

V.V. Ipatenkov^{1,3}, S.V. Martazinova², P.A. Shcheplev³, N.P. Naumov^{3,4}

¹ Moscow Consultative and Diagnostic Center No2 of the Moscow Health Department, 8 Igralnaya St., Moscow; Moscow City Department of Health

² Central Medical Clinic CMD, Moscow, Perovo metro station, Novogireevskaya st., 3A

³ Professional Association of Andrologists of Russia (PAAR)

⁴ "New Medicine", Moscow region, Orekhovo-Zuevo, Lenina st., 44

Contacts: Ipatenkov V.V., vipatenkov@mail.ru

Reactive oxygen species negatively affect the indicators of ejaculate and spermatogenesis in general. This study evaluated the efficacy and safety of combination antioxidant therapy with respect to the treatment of male infertility. The general indicators of the ejaculate and the sperm DNA fragmentation index were assessed. Men with a high sperm DNA fragmentation index were recommended to take 1 capsule and 5 ml of liquid (1 scoop) once a day with meals. The liquid contains L-carnitine – 900 mg; 1 capsule contains: lipoic acid – 96 mg, vitamin C – 72 mg, zinc citrate – 56 mg, vitamin B6 – 2.4 mg, folic acid – 0.48 mg, 9-phenyl-symmetric octahydroselenoxanthene – 0.34 mg.

Results. After three months of treatment with the antioxidant complex "Spermafert", ejaculate values improved, as evidenced by a decrease in the sperm DNA fragmentation index from $21.6 \pm 3.2\%$ to $12.8 \pm 3.3\%$; an increase in sperm concentration from 29.7×10^6 /ml to 35.7×10^6 /ml an increase in the total sperm count from 72.1×10^6 to 95.5×10^6 .

Findings. Taking antioxidants can improve overall ejaculate counts and lower sperm DNA fragmentation index levels in men in infertile marriages. The conclusions of this study coincide with general trends in this direction.

Keywords: male infertility, antioxidants, Spermafert, DNA fragmentation.

ЗДОРОВЫЙ МУЖЧИНА – КРЕПКАЯ СЕМЬЯ

СПЕРМАФЕРТ®



☎ 8 (495) 230 50 62

WWW.NEREIY.RU



ЭНДОСТЕРОН





Введение

Мужской фактор составляет около пятидесяти процентов случаев бесплодного брака [1]. Сегодня было обнаружено несколько причин мужского бесплодия, такие как эндокринные нарушения, варикоцеле, обструкция семявыносящих протоков, инфекции, передающиеся половым путем или нарушение эякуляции, а также эректильная дисфункция. Однако более 30% случаев мужского бесплодия являются идиопатическими или необъяснимыми [2]. Спермограмма была общепринятым методом оценки мужской фертильности. Однако существуют дополнительные тесты для оценки фактора мужского бесплодия. В последнее время индекс фрагментации ДНК сперматозоидов (ФДС) используется в качестве более специфичного по сравнению со спермограммой предиктором качества и функции сперматозоидов [3, 4]. Более высокие уровни ФДС связаны с более длительным временем зачатия, с более высокими рисками прерывания беременности [5]. ФДС все больше и больше с накоплением мирового опыта имеет решающее значение для оценки репродуктивной способности мужчин.

Множество внешних факторов: прием лекарств, употребление табака и алкоголя, диета, окружающая среда, варикоцеле и окислительный стресс (ОС), могут влиять на увеличение ФДС. ОС представляет собой дисбаланс между активными формами кислорода (АФК) и количеством антиоксидантов [6]. АФК состоят из радикалов кислорода и нерадикальных производных. АФК могут иметь решающее значение для передачи клеточного сигнала, созревания сперматозоидов и акросомальной реакции сперматозоидов [7]. Многочисленные исследования продемонстрировали, что увеличение АФК повреждает структуру и функции сперматозоидов [8]. Экзогенные факторы (окружающая среда, воздействие факторов риска, гипертермия яичек) и некоторые эндогенные факторы (незрелые сперматозоиды, лейкоциты и варикоцеле) были идентифицированы как причины увеличения АФК. Кроме того, при инфекции нейтрофилы могут вырабатывать избыточное количество АФК, что приводит к ОС и повреждению ДНК сперматозоидов [9]. Различные диагностические тесты в отношении ФДС и измерения ОС позволили накопить опыт в наблюдении за потенциалом мужского репродуктивного здоровья [10].

Для оптимальной функции сперматозоидов и эякулята в целом важно поддерживать баланс между АФК и антиоксидантами. Антиоксиданты присутствуют в семенной жидкости преимущественно в двух формах: неферментативной (витамины D, E, C и B, коэнзим Q10, пируват, глутатион, карнитины

и следовые металлы) и ферментативной (каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза) [11]. Следовательно, снижение ОС с помощью антиоксидантной терапии может быть правильной патогенетической стратегией лечения мужского бесплодия. Предыдущие исследования доказывают, что использование антиоксидантов позволяет снизить уровень ОС и улучшить показатели в рамках вынашивания беременности [12, 13]. Однако между исследованиями нет четкой согласованности в отношении состава и количества различных антиоксидантов в терапии мужского бесплодия.

Было доказано, что антиоксиданты улучшают показатели эякулята и увеличивают частоту зачатия ребенка. Во-первых, витамин E, селен и глутатион противодействуют уровням АФК в семенной жидкости [14]. Во-вторых, цинк, фолиевая кислота и селен способствуют синтезу ДНК и упаковке протамина хроматина спермы [15]. Наконец, карнитин, аргинин и коэнзим Q10 играют решающую роль в транспортировке жирных кислот в митохондрии для производства энергии [16]. В этом исследовании изучалась эффективность и безопасность применения антиоксидантного комплекса «Спермаферт» при лечении мужского бесплодия, в качестве показателей оценивались общие параметры эякулята и ФДС.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Это проспективное исследование проводилось на базе ГБУЗ г. Москвы «Консультативно-диагностический центр № 2 ДЗМ», г. Москва, ул. Игральная, д. 8; Центральная Медицинская клиника СМД, г. Москва, м. Перово, ул. Новогиреевская, д. 3А; и Клиника «Новая Медицина», Московская область, г. Орехово-Зуево, ул. Ленина, д. 44 с апреля 2024 года по июль 2024 года. Критерии включения: мужчины из бесплодных пар [17], которые имели повышенный индекс фрагментации ДНК сперматозоидов (ФДС $\geq$ 30%) [18]. Мужчины с азооспермией, ретроградной эякуляцией, инфекциями нижних мочевых путей, острыми системными расстройствами, злокачественными заболеваниями, проблемами с функцией печени или принимавшие антиоксидантные соединения или витамины в течение последних двух месяцев, были исключены из исследования.

Были зарегистрированы следующие характеристики пациентов: возраст, хронические заболевания, курение, употребление алкоголя и физический осмотр. Антропометрия, биохимические тесты, спермограмма (ВОЗ, 6-е издание) и анализ дисперсии хроматина сперматозоидов (SCD) (тест Halosperm) были выполнены для всех участников.



Для текущего исследования были отобраны 30 мужчин.

Все процедуры были выполнены в соответствии с действующими руководящими принципами. Все участники предоставили информированное согласие.

Мужчинам с ФДС, равным или превышающим 30%, было рекомендовано ежедневно принимать антиоксидантный комплекс «Спермаферт» по 1 капсуле и 5 мл жидкости (1 мерная ложка) 1 раз в день во время еды в течение трех месяцев. Препарат следует принимать в течение трех месяцев, поскольку сперматогенез в среднем занимает около трех месяцев, оптимальное время, необходимое для обнаружения изменений в показателях эякулята при приеме антиоксидантов, также составляет три месяца.

Антиоксидантный комплекс содержит в составе жидкости L-карнитин — 900 мг. В составе 1 капсулы: липоевая кислота — 96 мг, витамин С — 72 мг, цитрат цинка — 56 мг, витамин В6 — 2,4 мг, фолиевая кислота — 0,48 мг, 9-фенил-симметричный октагидроселеноксентен — 0,34 мг. После лечения все пациенты прошли контрольные анализы.

Статистический анализ

Результаты представлялись как среднее значение (95% доверительный интервал) или%. Показателем статистической значимости было p — значение менее 0,05. Для анализа данных использовалась версия SPSS 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, US). Случаи без данных последующего наблюдения были исключены.

Результаты

Таблица представляет общую статистику мужчин с бесплодием. Большинство пациентов попадали под категорию первичного бесплодия. Большинство мужчин были бесплодны в течение как минимум трех лет.

Табл. 1

Показатели	Число	(%)
Возраст (лет)		
Среднее: 35,31 ± 6,08 (33,87—36,75)		
< 35	31	43,7
≥ 35	40	56,3
Типы бесплодия		
Первичный	44	62,0
Вторичный	27	38,0

Продолжительность бесплодия (лет)		
Среднее: 4,45 ± 2,52 (3,85—5,05)		
< 3	21	29,6
≥ 3	50	70,4
Потребление алкоголя		
Да	39	54,9
Нет	32	45,1

Как показано в таблице 2, после трех месяцев антиоксидантной терапии средний индекс ФДС значительно снизился, что свидетельствует о значительном улучшении показателей спермы ($p > 0,05$).

Табл. 2

Результаты характеристик спермы до и после лечения. Характеристики спермы	До лечения, n (%)	После лечения, n (%)	значение p
Анализ спермы			
Аномальный	60 (84,5)	52 (73,2)	0,100
Нормальный	11 (15,5)	19 (26,8)	
Общее количество (10 ⁶)	72,1 (58,2 — 85,3)	95,5 (76,8 — 112,0)	0,012
Объем (мл)	2,4 (2,14 — 2,62)	2,6 (2,38 — 2,89)	0,133
< 1,5	13 (18,3)	5 (7,0)	0,044
≥ 1,5	58 (81,7)	66 (93,0)	
Концентрация (10 ⁶ /мл)	29,7 (25,8 — 33,5)	35,7 (30,9 — 39,8)	< 0,001
< 15	11 (15,5)	8 (11,3)	0,460
≥ 15	60 (84,5)	63 (88,7)	
Подвижность (%)	27,5 (24,4 — 30,2)	27,7 (24,9 — 30,4)	0,990
< 32	24 (33,8)	29 (40,8)	0,386
≥ 32	47 (66,2)	42 (59,2)	
Жизнеспособность (%)	75,5 (71,1 — 79,5)	81,1 (77,5 — 84,6)	< 0,001
< 58	5 (7,0)	3 (4,2)	0,467
≥ 58	66 (93,0)	68 (95,8)	
Морфология (%)	3,2 (2,7 — 3,7)	3,4 (3,0 — 3,8)	0,089



< 4	47 (66,2)	37 (52,1)	0,088
≥ 4	24 (33,8)	34 (47,9)	
Фрагментация ДНК сперматозоидов			
%	45,6 (41,6 – 50,0)	34,8 (30,0 – 40,0)	< 0,001

Анализ эякулята выявил увеличение концентрации и жизнеспособности. После трех месяцев лечения другие основные характеристики спермы (объем спермы, общее количество сперматозоидов, подвижность сперматозоидов и морфология) существенно не изменились. Процент пациентов с нормальным анализом спермы явно увеличился после терапии, но это не было статистически значимым. В нашем исследовании корреляция между значениями параметров спермы и ФДС не была обнаружена у пациентов до лечения ($p > 0,05$), наблюдалась отрицательная связь между уровнем ФДС и процентным содержанием подвижных и жизнеспособных сперматозоидов через три месяца после лечения, как показано в таблице 3. Также была выявлена положительная связь между ФДС и долей сперматозоидов с аномальными шейками и хвостами.

Табл. 3. Корреляция между параметрами спермы и индексом фрагментации ДНК сперматозоидов у участников до и после лечения

Параметры	% ФДС до лечения		% ФДС после лечения	
	p	p-значение *	p	p-значение *
Концентрация	0,037	0,758	-0,207	0,083
Подвижность	-0,021	0,860	-0,431	< 0,001
Жизнеспособность	0,019	0,877	-0,486	< 0,001
Морфология	-0,004	0,975	-0,229	0,055
Аномалия шейки и хвоста	-0,044	0,719	0,299	0,011

Обсуждение

Согласно мировым данным, известно, что окислительный стресс оказывает пагубное воздействие на мужскую фертильность, что приводит к ухудшению параметров спермы и повышению уровня ФДС. Сперматозоиды более восприимчивы к окислительному

стрессу, чем другие клетки, поскольку они содержат меньше цитоплазмы и больше ненасыщенных жирных кислот. Дисбаланс уровней АФК и антиоксидантов может привести к перекисному окислению ДНК и плазматической мембраны сперматозоидов [19]. Поэтому на этом строится теория, что качество сперматозоидов или мужская фертильность будут зависеть от наличия антиоксидантов в семенной плазме. В этом исследовании концентрация и жизнеспособность сперматозоидов значительно улучшились после приема «Спермаферт». Не во всех статьях были обнаружены положительные результаты на фоне приема антиоксидантов, но значительная часть научных трудов указывает на то, что антиоксидантная терапия предполагала положительный эффект. В исследовании с участием 690 пациентов с астено-терозооспермией, которые получали 400 мг витамина Е и 200 селена ежедневно в течение 100 дней, у 52,6% мужчин наблюдалось значительное увеличение доли подвижных сперматозоидов, нормальной морфологии сперматозоидов или и того, и другого ($p < 0,001$) [20]. Комхейр и др. провели проспективное исследование на 27 мужчинах с бесплодием и пришли к выводу, что сочетание витаминов А и Е и незаменимых жирных кислот увеличило концентрацию сперматозоидов у лиц с олигозооспермией [21]. По сравнению с группой плацебо, все значения параметров спермы улучшились у участников с варикоцеле и идиопатическим бесплодием, лечившихся L-карнитином [22]. В другом двойном слепом исследовании с 211 субфертильными мужчинами, случайным образом распределенными по четырем группам (только цинк, только фолиевая кислота, фолиевая кислота и цинк и плацебо), было отмечено значительное повышение нормальной концентрации сперматозоидов в группе, получавшей комбинированную терапию [23].

Напротив, некоторые авторы не смогли обнаружить никаких существенных эффектов после терапии у бесплодных мужчин. Рольф и др. не наблюдали положительного эффекта приема витамина Е (800 мг) и витамина С (1000 мг) ежедневно в течение 56 дней на качество спермы [24]. Лечение 1000 мг L-карнитина и 500 мг L-ацетилкарнитина ежедневно в течение трех месяцев не улучшило результаты [25]. Другое недавнее исследование MOXI (In the Males, Antioxidants, and Infertility) использовало следующую формулу антиоксиданта: 1000 мкг фолиевой кислоты + 10 мг ликопина + 0,2 мг селена + 500 мг витамина С + 400 мг витамина Е + 20 мг цинка + 1000 мг L-карнитина + 2000 МЕ витамина D, не оказало положительного влияния на параметры спермы [26]. Опубликованные исследования не достигли консенсуса относительно режима лечения или продолжительности. Повышенная



доза антиоксидантных добавок может быть неблагоприятным фактором, влияющим на параметры эякулята. Кроме того, баланс между АФК и антиоксидантными системами имеет решающее значение для получения оптимальной функции спермы; чрезмерное потребление антиоксидантов может вызывать восстановительный стресс, который может нарушить активность митохондрий и отрицательно повлиять на репродуктивное здоровье человека [27]. Результаты нашего исследования с комбинацией определенных доз антиоксидантов подтвердили эффективность улучшения параметров спермы.

Несколько авторов выявили корреляцию между ФДС и значениями параметров спермы. Аналогичным образом мы обнаружили отрицательную корреляцию между результатами ФДС и подвижности и жизнеспособности сперматозоидов. Также наблюдалась положительная корреляция между ФДС и процентом сперматозоидов с аномальными шейками и хвостами. Логично, что снижение уровней ФДС, как ожидается, улучшит качество спермы. ДНК сперматозоидов может быть более чувствительна к антиоксидантам, чем митохондрии или мембраны сперматозоидов (детерминанты подвижности) [14]. Следовательно, если АФК частично нейтрализуются антиоксидантными добавками, оставшихся АФК может быть недостаточно для отрицательного влияния на ДНК; однако они все еще могут подавлять подвижность.

Необходимость в оптимальной формуле антиоксиданта очень важна либо для снижения

потенциальных побочных эффектов восстановительного стресса, антиоксидантов, либо для эффективно-го улучшения качества сперматозоидов. Определение целевой группы пациентов, которая, вероятно, получит наибольшую пользу от использования антиоксидантов, также является неотложной проблемой.

Ограничения исследования

Логично, что мужчины с окислительным стрессом, по-видимому, с наибольшей вероятностью получают эффективность от антиоксидантной терапии. В нашем исследовании окислительный стресс в образцах спермы не оценивался. Если бы эти данные включали информацию об уровнях АФК в отношении ФДС и терапевтической эффективности в соответствии с уровнями АФК, наше исследование было бы более убедительным. Чтобы подтвердить преимущества антиоксидантной терапии, существует острая необходимость в дальнейших исследованиях, оценивающих эффективность антиоксидантного лечения у пациентов с окислительным стрессом в семенной жидкости.

Вывод

Терапия антиоксидативным комплексом «Спермаферт» может улучшить параметры спермы и целостность ДНК сперматозоидов у мужчин с бесплодием. Исследование показывает, что использование антиоксидантов в течение трех месяцев снижает ФДС и повышает результаты рутинных анализов спермы у мужчин с бесплодием и высоким ФДС.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sharlip I.D. et al. Best practice policies for male infertility. // Fertil Steril. 2002. Vol. 77, № 5. P. 873–882.
2. Naz, M., Kamal, M. Classification, causes, diagnosis and treatment of male infertility: a review. Orient Pharm Exp Med 17, 89–109 (2017). <https://DOI.org/10.1007/s13596-017-0269-7>.
3. Ozmen B. et al. DNA damage of human spermatozoa in assisted reproduction: origins, diagnosis, impacts and safety. // Reprod Biomed Online. 2007. Vol. 14, № 3. P. 384–395.
4. Общая андрология. Клинические рекомендации / Под редакцией П. А. Щеплева; научный редактор Н. П. Наумов. — М.: ПрофМедПресс; СПб.: Скифия-принт, 2022. — 440 с. ISBN 978-5-98620-582-3.
5. Borini A. et al. Sperm DNA fragmentation: paternal effect on early post-implantation embryo development in ART // Human Reproduction. 2006. Vol. 21, № 11. P. 2876–2881.
6. Al-Gubory K.H., Fowler P.A., Garrel C. The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes. // Int J Biochem Cell Biol. 2010. Vol. 42, № 10. P. 1634–1650.
7. Ford C.E. et al. The chromosomes in a patient showing both mongolism and the Klinefelter syndrome. // Lancet. 1959. Vol. 1, № 7075. P. 709–710.
8. Makker K., Agarwal A., Sharma R. Oxidative stress & male infertility. // Indian J Med Res. 2009. Vol. 129, № 4. P. 357–367.
9. Henkel R., Offor U., Fisher D. The role of infections and leukocytes in male infertility. // Andrologia. 2021. Vol. 53, № 1. P. e13743.
10. Agarwal A. et al. Clinical utility of sperm DNA fragmentation testing: practice recommendations based on clinical scenarios. // Transl Androl Urol. 2016. Vol. 5, № 6. P. 935–950.
11. Sies H. Strategies of antioxidant defense. // Eur J Biochem. 1993. Vol. 215, № 2. P. 213–219.
12. Smits R.M. et al. Antioxidants for male subfertility. // Cochrane Database Syst Rev. 2019. Vol. 3, № 3. P. CD007411.
13. Stenqvist A. et al. Impact of antioxidant treatment on DNA fragmentation index: a double-blind placebo-controlled randomized trial. // Andrology. 2018. Vol. 6, № 6. P. 811–816.
14. Tunc O., Thompson J., Tremellen K. Improvement in sperm DNA quality using an oral antioxidant therapy. // Reprod Biomed Online. 2009. Vol. 18, № 6. P. 761–768.
15. Brewer L., Corzett M., Balhorn R. Condensation of DNA by spermatid basic nuclear proteins. // J Biol Chem. 2002. Vol. 277, № 41. P. 38895–38900.
16. Agarwal A., Durairajanayagam D., Virk G. Strategies to ameliorate oxidative stress during assisted reproduction. Springer International Publishing Cham. 2014. <http://www.springer.com/series/11053>.
17. World Health Organization. International Classification of Diseases, 11th Revision (ICD-11) Geneva: WHO; 2018.
18. Fernández J.L. et al. Halosperm is an easy, available, and cost-



- effective alternative for determining sperm DNA fragmentation. // Fertil Steril. 2005. Vol. 84, № 4. P. 860.
19. Agarwal A. et al. Male Oxidative Stress Infertility (MOSI): Proposed Terminology and Clinical Practice Guidelines for Management of Idiopathic Male Infertility. // World J Mens Health. 2019. Vol. 37, № 3. P. 296–312.
20. Moslemi M.K., Tavanbakhsh S. Selenium-vitamin E supplementation in infertile men: effects on semen parameters and pregnancy rate. // Int J Gen Med. 2011. Vol. 4. P. 99–104.
21. Comhaire F.H. et al. The effects of combined conventional treatment, oral antioxidants and essential fatty acids on sperm biology in subfertile men. // Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 2000. Vol. 63, № 3. P. 159–165.
22. Cavallini G. et al. Cinnocicam and L-carnitine/acetyl-L-carnitine treatment for idiopathic and varicocele-associated oligoasthenospermia. // J Androl. 2004. Vol. 25, № 5. P. 761–770; discussion 771–2.
23. Wong W.Y. et al. Effects of folic acid and zinc sulfate on male factor subfertility: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. // Fertil Steril. 2002. Vol. 77, № 3. P. 491–498.
24. Rolf C. et al. Antioxidant treatment of patients with asthenozoospermia or moderate oligoasthenozoospermia with high-dose vitamin C and vitamin E: a randomized, placebo-controlled, double-blind study. // Hum Reprod. 1999. Vol. 14, № 4. P. 1028–1033.
25. Sigman M. et al. Carnitine for the treatment of idiopathic asthenospermia: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. // Fertil Steril. 2006. Vol. 85, № 5. P. 1409–1414.
26. Steiner A.Z. et al. The effect of antioxidants on male factor infertility: the Males, Antioxidants, and Infertility (MOXI) randomized clinical trial. // Fertil Steril. 2020. Vol. 113, № 3. P. 552–560.e3.
27. Singh F. et al. Reductive stress impairs myoblasts mitochondrial function and triggers mitochondrial hormesis. // Biochim Biophys Acta. 2015. Vol. 1853, № 7. P. 1574–1585.

Участие авторов

В.В. Ипатенков, Н.П. Наумов: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи

П.А. Щеплев: разработка дизайна исследования

С.К. Мартазинова: обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна исследования

Authors' contributions

V.V. Ipatenkov, N.P. Naumov: research design development, review of publications on the topic of the article, article writing

P.A. Shcheplev: research design development

S.K. Martazinova: review of publications on the topic of the article, research design development.

ORCID авторов / ORCID of authors

Н.П. Наумов / N.P. Naumov: <https://orcid.org/0000-0003-1854-368X>

П.А. Щеплев / P.A. Scheplev: <https://orcid.org/0000-0002-6082-1703>

В.В. Ипатенков / V.V. Ipatenkov: <https://orcid.org/0000-0002-9367-6047>

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Источник финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.