



Оценка влияния L-карнитина на качество эякулята в экспериментальной модели варикоцеле

© Андрей В. Маслюков¹, Сергей И. Мозговой¹, Юрий Т. Цуканов¹, Владимир Н. Теленков², Антон Ю. Цуканов¹, Виктория В. Халаман¹

¹ Омский государственный медицинский университет [Омск, Россия]

² Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина [Омск, Россия]

Аннотация

Введение. Одной из причин нарушения сперматогенеза с хорошо изученным механизмом повреждения тестикулярной ткани является варикоцеле. В борьбе с окислительным стрессом наиболее изучен L-карнитин, оптимизирующий метаболизм сперматозоидов, положительно влияющий на их созревание и подвижность. Тем не менее в доступной литературе имеются противоречивые данные по оценке влияния карнитинов на эякулят в реальной клинической практике.

Цель исследования. Изучить влияние L-карнитина на показатели спермограммы при варикоцеле в хроническом эксперименте.

Материалы и методы. В эксперименте задействованы 15 кроликов-самцов, рандомизированных в 3 группы: группа 1 — интактные животные (n = 5); группа 2 (группа контроля) — животные с моделью варикоцеле без лекарственного воздействия, вывод через месяц после формирования патологии (n = 5); группа 3 (основная группа) — животные с моделью варикоцеле и лекарственным воздействием в течение месяца с момента формирования патологии (n = 5). Варикоцеле создавали путём сужения просвета левой почечной вены на 1/2 – 2/3 исходного диаметра и дополнительно введения гонадотропина 300 ед/кг веса и 0,2 мл 1% раствора прогестерона в сутки в течение 10 суток, начиная за сутки до сужения почечной вены. В экспериментальных группах препарат вводили внутривенно в дозе по L-карнитину 26,15 мг/сут с пересчётом на видовые особенности обмена веществ кролика. Семенную жидкость исследовали при помощи световой микроскопии с оценкой количества и качества сперматозоидов.

Результаты. Спустя 14 суток от создания модели у всех животных визуализировали семенные вены (до 1,8 мм, без различий между группами) и регистрировали рефлюкс. Средний диаметр семенных вен был равен 2,1 мм на 30-е сутки. Отмечено прогрессирующее уменьшение объёма левого семенника в течение 30 суток в среднем на 0,6 см³ (с 0,77 см³ до 0,71 см³) (p > 0,05 между всеми группами). В группе 1 исходные характеристики общих показателей спермограммы были достоверно выше, чем в группах 2 и 3 (p < 0,05 – 0,01). Общее количество сперматозоидов — 310,2 млн (группа 1), 199,3 млн (группа 2) и 247,6 млн (группа 3). Показатели спермограммы в группе 2 были значимо ниже, чем в группе 3 со следующим соотношением: общее количество сперматозоидов — 199,3 / 247,6 млн (живые формы — 68,3 / 80,6%, PR + NP — 61,5 / 73,4%, PR — 48,7 / 65,4%, скорость сперматозоидов — 4 / 8 мк/с) (p < 0,01).

Заключение. В эксперименте на модели варикоцеле при сохраняющемся действии альтерирующего фактора применение антиоксидантного комплекса на основе L-карнитина улучшает качественные и количественные параметры эякулята.

Ключевые слова: варикоцеле; кролики-самцы; бесплодие; L-карнитин; спермограмма; животная модель

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое одобрение.** Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России (Протокол № 111 от 14 июня 2019 года). **Этическое заявление.** Исследование выполнено в соответствии с этическими нормами обращения с животными, принятыми Европейским парламентом и Советом Европейского союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях, Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей (CETS 123), в соответствии с Решением Совета ЕЭК № 81 от 03 ноября 2016 года «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики Евразийского экономического союза в сфере обращения лекарственных средств». **Доступность данных.** Данные, подтверждающие результаты исследования, могут быть предоставлены авторами по обоснованному запросу.

Вклад авторов: А.В. Маслюков — проведение эксперимента, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ данных, написание текста рукописи; С.И. Мозговой — обзор литературы, анализ данных; Ю.Т. Цуканов — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста рукописи; В.Н. Теленков — проведение эксперимента, сбор и обработка данных; А.Ю. Цуканов — научное руководство, концепция и дизайн исследования, анализ данных, научное редактирование; В.В. Халаман — анализ данных, софтверная поддержка.

✉ **Корреспондирующий автор:** Антон Юрьевич Цуканов; autt@mail.ru.

Поступила в редакцию: 28.04.2025. **Принята к публикации:** 09.12.2025. **Опубликована:** 26.02.2026.

Для цитирования: Маслюков А.В., Мозговой С.И., Цуканов А.Ю., Теленков В.Н., Цуканов А.Ю., Халаман В.В. Оценка влияния L-карнитина на качество эякулята в хроническом эксперименте. *Вестник урологии*. 2026;14(1):45-52. DOI: 10.21886/2308-6424-2026-14-1-45-52.

Assessment of L-Carnitine's effect on semen quality in an experimental varicocele animal model

© Andrey V. Maslyukov¹, Sergey I. Mozgovoy¹, Yuri T. Tsukanov¹, Vladimir N. Telenkov², Anton Yu. Tsukanov¹, Victoria V. Khalaman¹

¹ Omsk State Medical University [Omsk, Russia]

² Stolypin Omsk State Agrarian University [Omsk, Russia]

Abstract

Introduction. Varicocele is a well-characterized cause of spermatogenic impairment with established mechanisms of testicular tissue damage. Among antioxidants, L-carnitine is the most extensively studied agent for mitigating oxidative stress, optimizing sperm metabolism, maturation, and motility. However, available clinical literature presents conflicting data on the effects of carnitine supplementation on semen parameters.

Objective. To evaluate the impact of L-carnitine on semen analysis parameters in an experimental chronic varicocele model.

Materials & methods. Fifteen male rabbits were randomized into three groups: Group 1 (intact controls, n = 5); Group 2 (varicocele model without treatment, sacrificed at one-month post-induction, n = 5); Group 3 (varicocele model with L-carnitine treatment for one-month post-induction, n = 5). Varicocele was induced by partial ligation (50 – 67% narrowing) of the left renal vein, combined with daily gonadotropin (300 IU/kg) and 0.2 mL of 1% progesterone solution for 10 days starting 24 hours prior to ligation. L-carnitine was administered intragastrically at 26.15 mg/day (adjusted for rabbit metabolic differences) in Group 3. Semen was analyzed by light microscopy, assessing sperm count and quality.

Results. At 14 days post-induction, seminal veins were visible (up to 1.8 mm diameter, no intergroup differences) with confirmed reflux. Mean vein diameter reached 2.1 mm by day 30. Left testis volume progressively declined by 0.6 cm³ (from 0.77 to 0.71 cm³) over 30 days (p > 0.05 across groups). Baseline semen parameters in Group 1 were significantly superior to Groups 2 and 3 (p < 0.05 – 0.01). Total sperm count was 310.2 million (Group 1), 199.3 million (Group 2), and 247.6 million (Group 3). Group 2 parameters were significantly inferior to Group 3: total sperm count (199.3 vs 247.6 million), live forms (68.3% vs 80.6%), PR+NP (61.5% vs 73.4%), PR (48.7% vs 65.4%), and sperm velocity (4 vs 8 μm/s) (p < 0.01).

Conclusions. In a chronic varicocele model with persistent injurious stimulus, L-carnitine supplementation significantly improved both quantitative and qualitative semen parameters.

Keywords: varicocele; male rabbits; infertility; L-carnitine; semen analysis; animal model

Financing. The study had no sponsorship. **Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest. **Ethical approval.** The study was approved by the Ethics Committee of the Omsk State Medical University (Protocol No. 111 dated June 14, 2019). **Ethical statement.** The study was designed according to the ethical standards for the treatment of animals set forth by the European Parliament and the Council of the European Union of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes (CETS 123), in accordance with the Decision of Council of the Eurasian Economic Commission of November 3, 2016 No. 81 "About approval of Rules of proper laboratory practice of the Eurasian Economic Union in the field of drug circulation".

Data availability statement. The data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Authors' contribution: A.V. Maslyukov — experiment, data acquisition, data analysis, statistical data processing, drafting the manuscript; S.I. Mozgovoy — literature review, data analysis; Yu.T. Tsukanov — scientific guidance, research concept and design, scientific editing; V.N. Telenkov — experiment, data acquisition, data analysis; A.Yu. Tsukanov — scientific supervision, study concept and design, data analysis, scientific editing; V.V. Halaman — data analysis, software support.

✉ **Corresponding author:** Anton Yu. Tsukanov; autt@mail.ru

Received: 28.04.2025. **Accepted:** 09.12.2025. **Published:** 26.02.2026.

For citation: Maslyukov A.V., Mozgovoy S.I., Tsukanov Yu.T., Telenkov V.N., Tsukanov A.Yu., Halaman V.V. Assessment of L-Carnitine's effect on semen quality in an experimental varicocele animal model. *Urology Herald*. 2026;14(1):45-52. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2026-14-1-45-52.

Введение

Бесплодие является глобальной проблемой, затрагивающей около 15% супружеских пар, что составляет примерно 48,5 миллиона пар во всем мире. Согласно статистике, мужской фактор является причиной бесплодия в 50% случаев, и это определяет высокую актуальность для изучения его развития и способов лечения

[1, 2]. В целом причины нарушения сперматогенеза разнообразны, но непосредственный механизм повреждения тестикулярной ткани достаточно универсален и сводится к явлению оксидативного стресса [3, 4].

Одной из причин патоспермии с хорошо изученным механизмом альтерации является варикоцеле [5 – 8]. Предопределяют оксидативный стресс при варикоцеле такие

факторы, как гипоксия, локальная гипертермия, микроделеции митохондриальных генов, недостаточность белков теплового шока, экспрессии каспаз, Bак, р53 и ряда других факторов, нарушающих соотношение пролиферация / апоптоз сперматогенных клеток [9].

Считается, что антиоксиданты улучшают качество спермы за счёт уменьшения окислительного повреждения [10, 11]. Высокую эффективность антиоксидантов демонстрируют результаты ряда научных исследований [3, 4, 12]. Так, недавний систематический обзор сообщает о повышении частоты клинической беременности при приёме антиоксидантов (ОШ 1,89; 95% ДИ от 1,45 до 2,47; $p < 0,00001$) 20 рандомизированных клинических исследований (1706 мужчин, I2 = 3%) по сравнению с плацебо, но при доказательствах низкой определённости. Несмотря на полученное отношение шансов, авторы говорят о необходимости дальнейших крупных, хорошо спланированных рандомизированных плацебо-контролируемых исследований для выяснения точной роли антиоксидантов в лечении бесплодных мужчин с оценкой о наступлениях беременности и живорождениях [13].

Одним из широко обсуждаемых веществ в контексте антиоксидантной терапии мужского бесплодия является L-карнитин. Это достаточно давно известная аминокислота, обнаруживаемая в придатках яичка, семенной плазме и сперматозоидах. Карнитины участвуют в метаболизме сперматозоидов, положительно влияя на их подвижность и созревание [14]. В последние годы были опубликованы работы, посвящённые различным аспектам применения L-карнитина непосредственно при варикоцеле [10, 11, 15], однако результаты исследований весьма неоднозначны [16], что диктует необходимость дальнейшего изучения проблемы.

Одним из путей изучения влияния различных видов лечения на процесс нарушенного сперматогенеза, помимо клинических исследований, является экспериментальный. В связи с этим представляется обоснованным изучение различных вариантов фармакологической поддержки сперматогенеза в хроническом эксперименте на животных. Варикоцеле является патологией, относительно легко моделируемой в хроническом эксперименте. А поскольку

оно включает в себя основной набор альтерирующих тканей яичка при мужском бесплодии факторов, то именно модель варикоцеле представляется возможным использовать для изучения эффективности медикаментозной коррекции нарушения функции гонад [17, 18].

Цель исследования: изучить влияние L-карнитина на показатели спермограммы при экспериментальном варикоцеле.

Материалы и методы

В хроническом эксперименте были задействованы 15 половозрелых кроликов-самцов породы Серый Великан (*Oryctolagus cuniculus*) в возрасте 4,5 – 5,5 месяца. Средняя масса животного составила 3 кг. К вязке животных не допускали. Эксперимент проведён в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей (Страсбург, 1986). Исследование выполнено на базе кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии факультета ветеринарной медицины Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина. Исследование одобрено ЛЭК ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России (№ 111, от 14.06.2019 года).

Перед проведением исследования каждому животному был присвоен индивидуальный номер от 1 до 15. Все животные были рандомизированы и распределены на три группы:

- Группа 1 — интактные животные. Предоставление нормальной анатомии семенника и показателей спермограммы ($n = 5$).
- Группа 2 (группа контроля) — животные с моделью варикоцеле без лекарственного воздействия, вывод из эксперимента через 1 месяц после формирования патологии ($n = 5$).
- Группа 3 (основная группа) — животные с моделью варикоцеле и лекарственным воздействием в течение 1-го месяца с момента формирования патологии ($n = 5$).

Создание варикоцеле в эксперименте. Варикоцеле создавали путём сужения просвета почечной вены на 1/2 – 2/3 исходного диаметра и дополнительного парентерального введения гонадотропина 300 ед/кг веса и 0,2 мл 1% раствора прогестерона в сутки в течение 10 суток, начиная за сутки до сужения почечной вены. Критерием создания модели варикоцеле

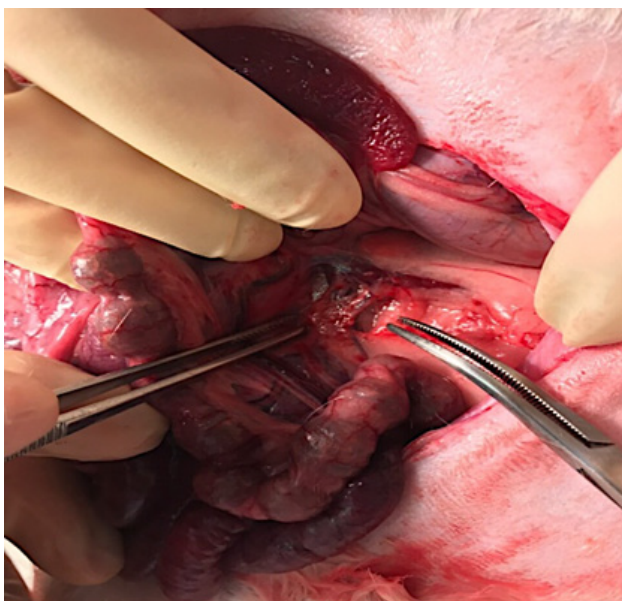


Рисунок 1. Диссекция сосудистой ножки
Figure 1. Dissection of the renal vascular pedicle

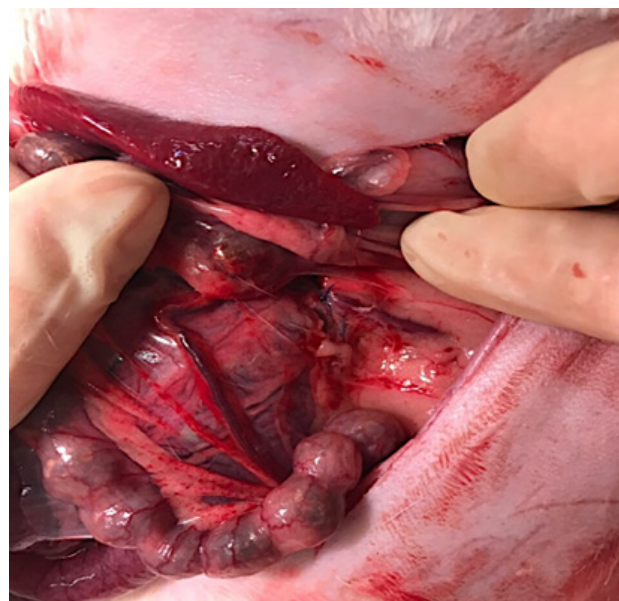


Рисунок 2. Селективное сужение левой почечной вены на 1/2 – 2/3 исходного диаметра
Figure 2. Selective narrowing of the left renal vein to 1/2 – 2/3 of its original diameter

считали регистрацию при дуплексном ангиосканировании увеличения диаметра вен семенного канатика в 2 раза от исходного / сам факт их визуализации / регистрация рефлюксной волны крови длительностью более 1 секунды. Рефлюкс провоцировали мануальной компрессией брюшной полости (приём, заменяющий пробу Valsalva, в связи с тем, что волевое натуживание у животного невозможно) [18, 19].

Основные этапы операции: под общей анестезией выполняли лапаротомию левым боковым доступом, в забрюшинной клетчатке выделяли левую почечную и впадающую в неё левую яичковую вены. Дистальнее яичковой вены лигировали почечную вену на 1/2 – 2/3 просвета сосуда монофиламентной нерассасывающейся нитью (4-0) (рис. 1, 2).

Для контроля формирования варикоцеле на 7-е, 14-е и 30-е сутки выполняли ультразвуковое исследование семенников в режиме серой шкалы и доплеровского картирования. Модель формировалась к исходу 7-х суток с момента операции.

В группе 3 введение тестируемых образцов препарата осуществляли в течение 1 месяца (через 7 дней после операции по созданию модели).

В экспериментальных группах препарат в форме порошка вводили внутривенно в дозе по L-карнитину 26,15 мг/сут

с пересчётом на видовые особенности обмена веществ кролика [20].

Сбор и подготовка проб. Сбор эякулята осуществляли при помощи искусственной вагины для кролика. Семенную жидкость исследовали при помощи световой микроскопии с оценкой количества и качества сперматозоидов.

Животные групп 2 и 3 выведены из эксперимента через 1 месяц.

Статистический анализ. Обработка и анализ массива статистических данных выполнялись с помощью пакета прикладных программ "IBM SPSS Statistics v.22.0" (SPSS: An IBM Company, IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA). Нормальность распределения проверяли с помощью теста Shapiro-Wilk. Количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей [Q1; Q3]. Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений (n) и процентных долей (%). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Mann-Whitney с модулем Probabilistic Index при неравенстве дисперсий (M-W test). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия Pearson's chi-square (χ^2). Принятые уровни достоверности $p < 0,05$, $< 0,01$.

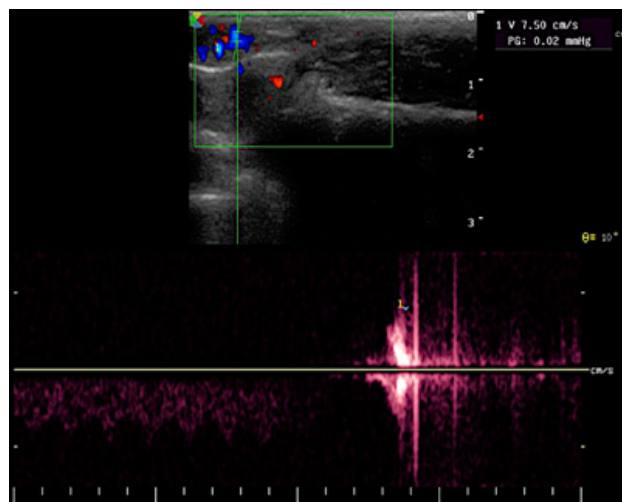
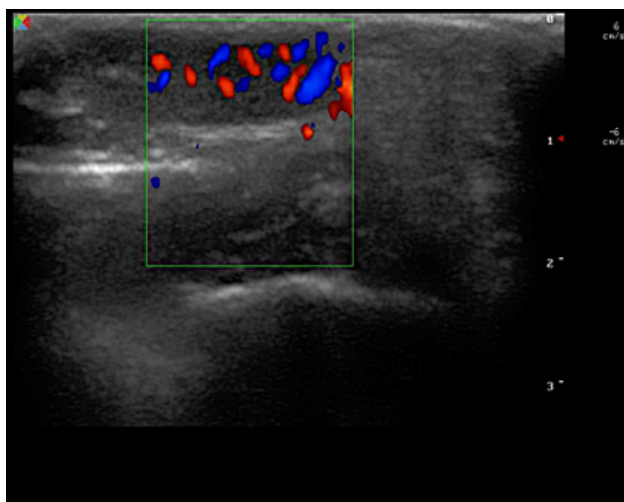


Рисунок 3. Эхограмма (А) и доплерограмма (В) на 30-е сутки. При мануальной компрессии брюшной полости определён рефлюкс по семенным венам кролика со скоростью 7,5 см/с
Figure 3. Echogram (A) and Doppler image (B) on day 30. During manual compression of the abdomen, reflux in the rabbit's spermatic veins was detected with a flow velocity of 7.5 cm/s

Результаты

При ультразвуковом ангиосканировании у животных группы 1 лишь у одного была зафиксирована семенная вена диаметром 0,6 мм. У остальных — не визуализированы. Рефлюкса также не было. Объём семенника в среднем составил 0,77 см³.

Спустя 14 суток от создания модели у всех животных групп 2 и 3 визуализированы семенные вены (до 1,8 мм, $p > 0,05$ между группами) и зарегистрирован рефлюкс (рис. 3А, 3В). Средний диаметр семенных вен (до 2,1 мм) был зарегистрирован на 30-е сутки.

Отмечено прогрессирующее уменьшение объёма левого семенника в течение 30 суток в среднем на 0,6 см³ (с 0,77 см³ до 0,71 см³) ($p > 0,05$ между группами).

При анализе спермограмм в группе 3 отмечена в разной степени положительная динамика, что отражено в таблице.

Сравнительный анализ спермограмм

групп 2 и 3 продемонстрировал наличие различий от нормы по всем оцениваемым показателям.

В группе 1 исходные характеристики общих показателей спермограммы были достоверно выше, чем в группах 2 и 3 ($p < 0,05$ — 0,01). Общее количество сперматозоидов — 310,2 млн (группа 1), 199,3 млн (группа 2) и 247,6 млн (группа 3). В группе 1 из общего количества 310,2 млн 94,3% — живые формы, PR + NP — 91,4%, PR — 87,2% и скоростью сперматозоидов — 13 мк/с.

Показатели спермограммы в группе 2 были значимо ниже, чем в группе 3 с соотношением: общее количество сперматозоидов — 199,3 / 247,6 млн (живые формы — 68,3 / 80,6%; PR + NP — 61,5 / 73,4%; PR — 48,7 / 65,4%; скорость сперматозоидов — 4 / 8 мк/с) ($p < 0,01$).

Таким образом, животные группы 3 имели лучшие показатели сперматогенеза, в отличие от группы 2.

Таблица. Анализ основных показателей спермограммы
Table. Analysis of the main semen parameters

Группа Group	1	2	3
Общее количество сперматозоидов (млн) Total number of spermatozoa (mln)	310,2	199,3**	247,6*
% живых форм % of living forms	94,3	68,3**	80,6*
Количество патологических форм (на 100 сперм) Number of pathological forms (per 100 sperm)	2	9**	6*
Общая подвижность (PR + NP)% General mobility (PR + NP)%	91,4	61,5**	73,4*
Прогрессивно-подвижные (PR) % Progressive-mobile (PR) %	87,2	48,7**	65,4*
Скорость сперматозоидов (мк/с) Sperm rate (mk/s)	13	4**	8*
Количество лейкоцитов (млн/мл) White blood cell count (mln/ml)	0,02	0,32**	0,19*

Примечание. Данные представлены в виде медиан. Уровень различий в сравнении с нормой: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$
Note. Data are presented as medians. Degree of difference versus normal: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Обсуждение

Согласно данным литературных источников, у мужчин с первичным бесплодием варикоцеле встречается в 35 – 40% случаев, а при вторичном бесплодии данный показатель может достигать 80% [12]. Патогенез бесплодия, вызванного варикоцеле, представляет собой сложный процесс, включающий различные механизмы, оказывающие пагубное воздействие на сперматогенез [21], что подтверждается результатами настоящего исследования. Одним из ведущих механизмов в патогенезе бесплодия, ассоциированного с варикоцеле, является оксидативный стресс [12, 22]. Варикоцеле может приводить к повышению активных форм кислорода, изменению уровня гормонов, нарушению плотных контактов между поддерживающими клетками и повреждению гематотестикулярного барьера [21]. Повреждение гематотестикулярного барьера может стимулировать аутоиммунную реакцию в яичках с агрегацией сперматозоидов, снижением количества, концентрации, подвижности сперматозоидов и, в итоге, развитием бесплодия [21].

Результаты настоящего исследования указывают на существенную роль варикоцеле в развитии патоспермии, что согласуется с данными, полученными в исследованиях других авторов [22, 23]. Так, в исследовании Р.И. Панченко с соавторами (2022) у пациентов, страдающих варикоцеле, в 100% случаев регистрировалась астенозооспермия, в 14% — олигозооспермия, в 23% — тератозооспермия [22].

На сегодняшний день результаты многих исследований демонстрируют эффективность варикоцелэктомии при лечении бесплодия у мужчин с варикоцеле. После хирургического вмешательства отмечено улучшение качества эякулята [24]. Между тем существует только три показания для хирургического лечения варикоцеле: наличие болевого синдрома в мошонке при физической нагрузке; нарушения сперматогенеза, приводящие к мужскому бесплодию и / или репродуктивным потерям; прогрессирующая гипотрофия яичка на стороне поражения [25]. Данный факт обуславливает необходимость поиска эффективных методов консервативного лечения и профилактики патоспермии при варикоцеле, что доказывают результаты многоцентрового исследования А. Shomarufov et al. (2025),

посвящённого оценке эффективности микрохирургической варикоцелэктомии и антиоксидантной терапии в улучшении показателей спермы и снижении фрагментации ДНК. Результаты данного исследования свидетельствуют о том, что микрохирургическая варикоцелэктомия наряду с антиоксидантной терапией способствует улучшению параметров спермы: повышению концентрации сперматозоидов и их подвижности. По мнению авторов, антиоксидантная терапия является хорошей альтернативой или дополнением при лечении пациентов с варикоцеле, которым не показано оперативное лечение [23], что также подтверждает настоящее исследование.

Довольно большое количество экспериментальных и клинических исследований посвящено оценке роли антиоксидантов при лечении инфертильных пациентов с варикоцеле [12]. Среди иных антиоксидантов большой интерес учёных вызывает L-карнитин, установлено его снижение у мужчин с варикоцеле и патоспермией. Так, Т. Mostafa et al. (2022) изучали уровень L-карнитина в семенной плазме 86 мужчин: 45 мужчин с бесплодием, вызванным азооспермией и варикоцеле, 21 мужчина с бесплодием, вызванным азооспермией, без варикоцеле, и 20 фертильных мужчин. Авторы установили, что средние уровни L-карнитина в семенной плазме были значительно ниже у бесплодных мужчин с олигоастенотератозооспермией с варикоцеле ($216,3 \pm 57,1$ нг/мл) по сравнению с бесплодными мужчинами олигоастенотератозооспермией без варикоцеле ($252,9 \pm 62,9$ нг/мл; $p = 0,01$) или фертильными мужчинами ($382,8 \pm 63,6$ нг/мл; $p = 0,001$) [26].

L-карнитин — эндогенный метаболит, представляющий собой четвертичный амин, основной функцией которого в клетках млекопитающих является перенос длинноцепочечных жирных кислот через внутреннюю митохондриальную мембрану для β -окисления и выработки энергии АТФ. L-карнитин является мощным антиоксидантом, поглощающим свободные радикалы, кроме того, он поддерживает уровень свободного кофермента А в митохондриях [4]. По данным ряда исследований, приём L-карнитина способствует улучшению параметров спермы: концентрации, подвижности сперматозоидов, общего количества эякулированных сперматозоидов [3].

Однако при проведении систематического обзора G. Tsamproukas et al. (2020) сделал выводы, что доказательств, подтверждающих роль L-карнитина в качестве основного или вспомогательного средства при лечении варикоцеле, недостаточно, а имеющиеся на данный момент доказательства противоречивы [16].

Результаты настоящего исследования выявили наличие достоверных различий показателей спермограммы у лабораторных животных с варикоцеле со значительным их улучшением в группе животных,

получающих L-карнитин. Исследования *in vitro* показывают, что L-карнитин оказывает прямое влияние на клетки Sertoli, улучшая развитие половых клеток и положительно влияя на мужскую фертильность [27].

Заключение

В эксперименте на модели варикоцеле, при сохраняющемся действии альтерирующего фактора, применение антиоксидантного комплекса на основе L-карнитина повышает качественные и количественные параметры эякулята.

Список литературы | References

1. Лебедев Г.С., Голубев Н.А., Шадркин И.А., Шадркина В.А., Аполихин О.И., Сивков А.В., Комарова В.А. Мужское бесплодие в Российской Федерации: статистические данные за 2000–2018 годы. Экспериментальная и клиническая урология. 2019;(4):4-12. Lebedev G.S., Golubev N.A., Shadrkin I.A., Shadrkina V.A., Apolikhin O.I., Sivkov A.V., Komarova V.A. Male infertility in the Russian Federation: statistical data for 2000-2018. *Experimental and clinical urology*. 2019;(4):4-12. (In Russian). DOI: 10.29188/2222-8543-2019-11-4-4-12
2. Божедомов В.А., Шомаруфов А.Б., Божедомова Г.Е., Охоботов Д.А., Камалов Д.М., Камалов А.А. Варикоцеле и репродуктивная функция: эпидемиология и риск развития бесплодия (данные обследования 3908 мужчин). Урология. 2021;3:122-128. Bozhedomov VA, Shomarufov AB, Bozhedomova GE, Oхobotov DA, Kamalov DM, Kamalov AA. Varicocele and reproductive function: epidemiology and risk of infertility (survey data from 3908 men). *Urologia*. 2021;3:122-128. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2021.3.122-128
3. Жукова О.В., Ших Е.В. Клинико-фармакологические подходы к применению антиоксидантной терапии при мужском бесплодии. Фармакология & Фармакотерапия. 2024;4:18-26. Zhukova O.V., Shikh E.V. Clinical and pharmacological approaches to the use of antioxidant therapy in male infertility. *Pharmacology & Pharmacotherapy*. 2024;4:18-26. (In Russian). DOI: 10.46393/27132129_2024_4_18-26
4. Филиппова О.В., Леонова М.В. Синергизм компонентов в антиоксидантных комплексах для профилактики и лечения мужского бесплодия. Экспериментальная и клиническая урология. 2025;18(3):108-120. Filippova O.V., Leonova M.V. Synergism of antioxidant complexes components for prevention and treatment of male infertility. *Experimental and Clinical Urology*. 2025;18(3):108-120. (In Russian). DOI: 10.29188/2222-8543-2025-18-3-108-120
5. Su JS, Farber NJ, Vij SC. Pathophysiology and treatment options of varicocele: An overview. *Andrologia*. 2021;53(1):e13576. DOI: 10.1111/and.13576
6. Байчоров Э.Х., Панченко Р.И. Варикоцеле как фактор нарушения сперматогенеза и снижения мужской фертильности. Астраханский медицинский журнал. 2023;18(1):6-16. Baichorov E.H., Panchenko R.I. Varicocele as a factor of violation of spermatogenesis and decrease in male fertility. *Astrakhan medical journal*. 2023;18(1):6-16. (In Russian). DOI: 10.29039/1992-6499-2023-1-6-16
7. Shah R, Agarwal A, Kavoussi P, Rambhatla A, Saleh R, Cannarella R, Harraz AM, Boitrelle F, Kuroda S, Hamoda TAA, Zini A, Ko E, Calik G, Toprak T, Kandil H, Gül M, Bakircioğlu ME, Parekh N, Russo GI, Tadros N, Kadioglu A, Arafat M, Chung E, Rajmil O, Dimitriadis F, Malhotra V, Salvio G, Henkel R, Le TV, Sogutdelen E, Vij S, Alarbid A, Gudeloglu A, Tsujimura A, Calogero AE, El Meliegy A, Crafa A, Kalkanli A, Baser A, Hazir B, Giuliani C, Cho CL, Ho CCK, Salzano C, Zylbersztejn DS, Tien DMB, Pescatori E, Borges E, Serefoglu EC, Saïb-Hamza E, Huyghe E, Ceyhan E, Caroppo E, Castiglioni F, Bahar F, Gokalp F, Lombardo F, Gadda F, Duarsa GWK, Pinggera GM, Busetto GM, Balercia G, Cito G, Blecher G, Franco G, Liguori G, Elbardisi H, Keskin H, Lin H, Taniguchi H, Park HJ, Ziouziou I, de la Rosette J, Hotaling J, Ramsay J, Molina JMC, Lo KL, Bocu K, Khalafalla K, Bowa K, Okada K, Nagao K, Chiba K, Hakim L, Markarounis K, Hehemann M, Rodriguez Peña M, Falcone M, Bendayan M, Martinez M, Timpano M, Altan M, Fode M, Al-Marhoon MS, Sadighi Gilani MA, Soebadi MA, Gherabi N, Sofikitis N, Kahraman O, Birowo P, Kothari P, Sindhwani P, Javed Q, Ambar RF, Kosgi R, Ghayda RA, Adriansjah R, Condorelli RA, La Vignera S, Micic S, Kim SHK, Fukuhara S, Ahn ST, Mostafa T, Ong TA, Takeshima T, Amano T, Barrett T, Arslan U, Karthikeyan VS, Atmoko W, Yumura Y, Yuan Y, Kato Y, Jezek D, Cheng BK, Hatzichristodoulou G, Dy J, Castañé ER, El-Sakka AI, Nguyen Q, Sarikaya S, Boeri L, Tan R, Moussa MA, El-Assmy A, Alali H, Alhathal N, Osman Y, Perovic D, Sajadi H, Akhavadegan H, Vučinić M, Kattan S, Kattan MS, Mogharabian N, Phuoc NHV, Ngoo KS, Alkandari MH, Alsuhaibani S, Sokolakis I, Babaei M, King MS, Diemer T, Gava MM, Henrique R, Silva RSE, Paul GM, Mierzwa TC, Glińska S, Siddiqi K, Wu H, Wurzachner J, Farkouh A, Son H, Minhas S, Lee J, Magsanoc N, Capogrosso P, Albano GJ, Lewis SEM, Jayasena CN, Alvarez JG, Teo C, Smith RP, Chua JBM, Jensen CFS, Parekattil S, Finelli R, Durairajanayagam D, Karana KK, Ahmed A, Evenson D, Umamoto Y, Puigvert A, Çeker G, Colpi GM; Global Andrology Forum. Consensus and Diversity in the Management of Varicocele for Male Infertility: Results of a Global Practice Survey and Comparison with Guidelines and Recommendations. *World J Mens Health*. 2023;41(1):164-197. DOI: 10.5534/wjmh.220048
8. Agarwal A, Finelli R, Durairajanayagam D, Leisegang K, Henkel R, Salvio G, Aghamajidi A, Sengupta P, Crisóstomo L, Tsioulou PA, Roychoudhury S, Finocchi F, Darbandi M, Mottola F, Darbandi S, Iovine C, Santonastaso M, Zaker H, Kesari KK, Nomanzadeh A, Guignani N, Rambhatla A, Duran MB, Ceyhan E, Kandil H, Arafat M, Saleh R, Shah R, Ko E, Boitrelle F. Comprehensive Analysis of Global Research on Human Varicocele: A Scientometric Approach. *World J Mens Health*. 2022;40(4):636-652. DOI: 10.5534/wjmh.210202
9. Finelli R, Leisegang K, Kandil H, Agarwal A. Oxidative Stress: A Comprehensive Review of Biochemical, Molecular, and Genetic Aspects in the Pathogenesis and Management of Varicocele. *World J Mens Health*. 2022;40(1):87-103. DOI: 10.5534/wjmh.210153
10. Крупин В.Н., Нашивочникова Н.А., Уездный М.Н. Антиоксидантная терапия мужского бесплодия у пациентов с варикоцеле. Урологические ведомости. 2021;11(4):294-304. Krupin V.N., Nashivochnikova N.A., Uezdnyj M.N. Antioxidant therapy of male infertility in patients with varicocele. *Urologicheskie vedomosti*. 2021;11(4):294-304. (In Russian). DOI: 10.17816/uroved87550
11. Гамидов С.И., Попков В.М., Шатылко Т.В., Попова А.Ю., Королев А.Ю., Овчинников П.И., Гасанов Н.Г. Место медикаментозной терапии

- в лечении мужчин с варикоцеле. Урология. 2018;(5):114-121. Gamidov S.I., Popkov V.M., Shatylo T.V., Popova A.Yu., Korolev A.Yu., Ovchinnikov R.I., Gasanov N.G. The place of drug therapy in the treatment of men with varicocele. Urologia. 2018;(5):114-121. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2018.5.114-121
12. Шатылко Т.В., Гамидов С.И., Попова А.Ю., Бицоев Т.Б. Роль антиоксидантов в лечении бесплодных мужчин с варикоцеле. Медицинский Совет. 2021;(13):23-33. Shatylo T.V., Gamidov S.I., Popova A.Y., Bitsoev T.B. The role of antioxidants in the treatment of infertile men with varicocele. Meditsinskiy sovet = Medical Council. 2021;(13):23-33. (In Russian). DOI: 10.21518/2079-701X-2021-13-23-33
13. de Ligny W, Smits RM, Mackenzie-Proctor R, Jordan V, Fleischer K, de Bruin JP, Showell MG. Antioxidants for male subfertility. Cochrane Database Syst Rev. 2022;5(5):CD007411. DOI: 10.1002/14651858.CD007411.pub5
14. Жиборев Б.Н., Уваров А.Г., Звягина В.И., Фомина М.А. L-карнитин спермоплазмы в периконцепционной диагностике у пациентов с варикоцеле. Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых специалистов с международным участием «Биохимические научные чтения памяти академика РАН Е.А. Строева»; Февраль 4-6, 2016; Рязань. Zhiborev BN, Uvarov AG, Zvyagina VI, Fomina MA. L-carnitine of spermoplasm in periconceptional diagnosis in patients with varicocele. Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya studentov i molodykh specialistov s mezhdunarodny'm uchastiem «Bioximicheskie nauchny'e chteniya pamyati akademika RAN E.A. Stroeveva»; Fevral' 4-6, 2016; Ryazan'. (In Russian). eLIBRARY ID: 25649394; EDN: VPHKXN
15. Гамидов С.И., Шатылко Т.В., Ли К.И., Гасанов Н.Г. Роль антиоксидантных молекул в терапии мужского бесплодия и подготовке мужчины к зачатию ребенка. Медицинский Совет. 2020;(3):122-129. Gamidov S.I., Shatylo T.V., Li K.I., Gasanov N.G. The role of antioxidant molecules in the treatment of male infertility and the preparation of a man for conception. Meditsinskiy sovet = Medical Council. 2020;(3):122-129. (In Russian). DOI: 10.21518/2079-701X-2020-3-122-129
16. Tsamproukas G, Khan MF, Katsouri A, Akhter W, Moussa M, Deliveliotis K, Papatsoris A, Buchholz N. L-carnitine as primary or adjuvant treatment in infertile patients with varicocele. A systematic review. Arch Ital Urol Androl. 2020;92(3). DOI: 10.4081/aiua.2020.3.263
17. Цуканов А.Ю. Диагностика варикоцеле и выбор способа его оперативного лечения в свете новых данных об этиологии и патогенезе: Дис... док. мед. наук. Москва; 2006. Ссылка активна на 15.12.2025. Czukanov A.Yu. Diagnosis of varicocele and the choice of its surgical treatment in the light of new data on etiology and pathogenesis [dissertation]. Moscow; 2006. (In Russian). Accessed December 15, 2025. URL: <https://www.dissercat.com/content/diagnostika-varikotsele-i-vybor-sposoba-ego-operativnogo-lecheniya-v-svete-novykh-dannykh-ob>
18. Патент РФ на изобретение № 2299477 C2/20.05.07. Бюл. №14. Цуканов А.Ю. Способ моделирования варикоцеле. Ссылка активна на 15.12.2025. Patent RF na izobretenie № 2299477 C2/20.05.07. Byul. №14. Czukanov A.Yu. Sposob modelirovaniya varikocele. (In Russian). Accessed December 15, 2025. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_37718211_19217202.pdf
19. Цуканов Ю.Т., Маслюков А.В., Теленков В.Н., Лубягина Е.В., Цуканов А.Ю. Способ создания модели варикоцеле в хроническом эксперименте. Экспериментальная и клиническая урология. 2024;17(3):15-22. Tsukanov Yu.T., Maslyukov A.V., Telenkov V.N., Lubyagina E.V., Tsukanov A.Yu. Method for creating a varicocele model in a chronic experiment. Experimental and Clinical Urology. 2024;17(3):15-22. (In Russian). DOI: 10.29188/2222-8543-2024-17-3-15-22
20. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под ред. Хабриева Р.У. М.: Медицина, Изд-во Шико; 2005. Rukovodstvo po e'ksperimental'nomu (doklinich-eskomu) izucheniyu novy'x farma-kologicheskix veshhestv. Pod red. Xabrieva R.U. Moscow.: Medicina, Shiko Publishing House; 2005. (In Russian).
21. Wang LH, Zheng L, Jiang H, Jiang T. Research advances in inflammation and oxidative stress in varicocele-induced male infertility: a narrative review. Asian J Androl. 2025;27(2):177-184. DOI: 10.4103/aja202488
22. Панченко Р.И., Гармаш О.Н., Горбунков В.Я., Байчоров Э.Х. Новые подходы в лечении больных с варикоцеле при различных формах патоспермии в зависимости от возраста. Амбулаторная хирургия. 2022;19(1):108-112. Panchenko R.I., Garmash O.N., Gorbunkov V.Ya., Baichorov E.Kh. New approaches of patients with varicocele for different forms of pathospermia depending on age. Ambulatornaya khirurgiya = Ambulatory Surgery (Russia). 2022;19(1):108-112. (In Russian). DOI: 10.21518/1995-1477-2022-19-1-2
23. Shomarufov A, Bozhedomov V, Fozilov A, Abbosov S, Abdurakhimova L. Sperm DNA Fragmentation in Infertile Men With Varicocele: Clinical Epidemiology and Comparative Assessment of Microsurgical Varicocelectomy and Antioxidant Therapy. Front Biosci (Schol Ed). 2025;17(3):33393. DOI: 10.31083/FBS33393
24. Sountoulides P, Pyrgidis N, Kaltsas A, Gravas S, Kikidakis D, Zachos I, Zachariou A, Dimitriadis F, Sofikitis N. Comparative Impact of Microsurgical Varicocelectomy Versus Observation on Infertility in Infertile Men With Subclinical Varicocele. Cureus. 2025;17(1):e77477. DOI: 10.7759/cureus.77477
25. Овчинников Р.И., Ижбаев С.Х. Варикоцеле: нечасто обсуждаемые аспекты знакомой проблемы. Opinion Leader. 2021;6(47):50-54. Ovchinnikov RI, Izhibaev SX. Varicocele: infrequently discussed aspects of a familiar problem. Opinion Leader. 2021;6(47):50-54. (In Russian). eLIBRARY ID: 46264990; EDN: HUVYZG
26. Mostafa T, Abougabal K, Mintziori G, Nabil N, Adel M, AboSief AF. Seminal L-Carnitine In Infertile Oligoasthenoteratozoospermic Men with Varicocele. J Reprod Infertil. 2022;23(1):26-32. DOI: 10.18502/jri.v23i1.8449
27. Mateus FG, Moreira S, Martins AD, Oliveira PF, Alves MG, Pereira ML. L-Carnitine and Male Fertility: Is Supplementation Beneficial? J Clin Med. 2023;12(18):5796. DOI: 10.3390/jcm12185796

Сведения об авторах | Information about the authors

Андрей Валерьевич Маслюков | Andrey V. Maslyukov
<https://orcid.org/0009-0008-8344-5502>; maslyukov.a@inbox.ru

Сергей Игоревич Мозговой — д-р мед. наук, доцент | Sergey I. Mozgovoy — Dr.Sc.(Med), Assoc. Prof. (Docent)
<https://orcid.org/0000-0001-7200-7082>; simozgovoy@yandex.ru

Юрий Тихонович Цуканов — д-р мед. наук, профессор | Yuri T. Tsukanov — Dr.Sc.(Med), Full Prof.
<https://orcid.org/0000-0001-5742-0231>; yutsoukanov@mail.ru

Владимир Николаевич Теленков — д-р ветеринар. наук, доцент | Vladimir N. Telenkov — Dr.Sc.(Vet), Assoc. Prof. (Docent)
<https://orcid.org/0000-0002-5335-5193>; vn.telenkov@omgau.org

Антон Юрьевич Цуканов — д-р мед. наук, профессор | Anton Yu. Tsukanov — Dr.Sc.(Med), Full Prof.
<https://orcid.org/0000-0002-3497-5856>; autt@mail.ru

Виктория Викторовна Халаман | Victoria V. Halaman
<https://orcid.org/0009-0000-3861-2617>; surgeryuro@mail.ru