

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

Обзорная статья

УДК 616.147.22-007.64:616.697

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

doi: 10.29039/1992-6499-2023-1-6-16

### **ВАРИКОЦЕЛЕ КАК ФАКТОР НАРУШЕНИЯ СПЕРМАТОГЕНЕЗА И СНИЖЕНИЯ МУЖСКОЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ**

**\*Энвер Хусейнович Байчоров, Родион Игоревич Панченко**

Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия

**Аннотация.** На протяжении многих лет в центре внимания отечественных и зарубежных урологов-андрологов находится проблема лечения пациентов с варикоцеле. Результаты исследований позволяют утверждать, что эта патология широко распространена и не имеет тенденции к снижению, являясь одной из основных причин субфертильности или бесплодия. В масштабах Российской Федерации эта ситуация имеет особую значимость с точки зрения сложившихся отрицательных демографических тенденций. Анализ проблемы, в который вошло 60 литературных источников (11 отечественных и 49 иностранных), показал, что вопросы этиологии, патогенеза и лечения варикоцеле остаются предметом научных дискуссий. Лечение варикоцеле и его рецидива направлено, в первую очередь, на профилактику или восстановление уже имеющихся нарушений репродуктивной функции, восстановление фертильности с учетом минимизации вероятности рецидива и осложнений.

**Ключевые слова:** варикоцеле, сперматогенез, фертильность, реабилитация

**Для цитирования:** Байчоров Э. Х., Панченко Р. И. Варикоцеле как фактор нарушения сперматогенеза и снижения мужской фертильности // Астраханский медицинский журнал. 2023. Т. 18, № 1. С. 6–16. doi: 10.29039/1992-6499-2023-1-6-16.

## SCIENTIFIC REVIEWS

Review article

### **VARICOCELE AS A FACTOR OF VIOLATION OF SPERMATOGENESIS AND DECREASE IN MALE FERTILITY**

**Enver H. Baichorov, Rodion I. Panchenko**

Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

**Abstract.** For many years, the focus of attention of domestic and foreign urologists andrologists is the problem of patients with varicocele. The results of the research suggest that varicocele is widespread in the male population, and does not have a tendency to decrease, being one of the main causes of subfertility or infertility that in the scale of the Russian Federation are of particular importance in terms of the prevailing negative demographic trends. When writing the article, 60 literary sources were processed, of which 11 are domestic, 49 are foreign. Analysis of literary sources shows that all questions of the etiology, pathogenesis and treatment of varicocele remain the subject of debate. Treatment of varicocele, its recurrence is aimed primarily at preventing disorders or restoring existing reproductive disorders, restoration of fertility, minimizing the likelihood of relapse and complications.

**Key words:** varicocele, spermatogenesis, fertility, rehabilitation

**For citation:** 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. doi: 10.29039/1992-6499-2023-1-6-16. (In Russ.).

---

\* © Байчоров Э.Х., Панченко Р.И., 2023

На протяжении многих лет в центре внимания отечественных и зарубежных урологов-андрологов стоит проблема лечения пациентов с варикоцеле [1, 2, 3]. Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что это заболевание широко распространено в мужской популяции, не имеет тенденции к снижению, являясь одной из основных причин субфертильности или бесплодия [4, 5, 6]. В масштабах Российской Федерации это представляет особую значимость с точки зрения сложившихся отрицательных демографических тенденций [7]. Таким образом, возникает необходимость в изыскании способов решения поставленной проблемы.

Варикоцеле представляет собой варикозное (гроздевидное) расширение вен лозовидного (plexus pampiniformis) сплетения семенного канатика, сопровождающееся интермиттирующим или перманентным венозным рефлюксом [8].

Варикоцеле встречается в среднем у 8–20 % мужчин общей популяции [9, 10], в том числе у 30–40 % пациентов с первичным бесплодием и у 70–81 % мужчин с вторичным бесплодием [11, 12, 13]. Варикозное расширение вен семенного канатика и оболочек яичка является причиной поражения ткани яичка, снижения функции яичек [14], нарушения сперматогенеза и субфертильности [15, 16]. Связь варикоцеле с бесплодием явилась основной причиной включения данной патологии в число программ, разрабатываемых Всемирной организацией здравоохранения.

Диагноз «Варикоцеле» основывается на истории болезни и физикальном обследовании [17, 18]. У большинства пациентов заболевание протекает бессимптомно, однако некоторые из них, согласно работам Т. Lorenc с соавторами [19], S. Pack и W.S. Choi [20], могут пальпировать уплотнение мошонки над семенником или жаловаться на отвисание мошонки, длительные боли в мошонке или паху, увеличивающиеся во время ходьбы, долгого положения стоя или эрекции, тянущие боли в яичке по ходу семенного канатика и в паху, усиливающиеся при поднятии тяжести. По данным А.Д. Тараско [21], болевой синдром при варикоцеле неспецифичен, что требует дифференциальной диагностики с другими заболеваниями.

К настоящему времени этиология данного заболевания изучена и признается многофакторной [6, 14, 22]. Определяющей считают концепцию, рассматривающую варикоцеле не как самостоятельное заболевание, а как симптом аномалии развития или заболевания нижней полой или почечных вен. Чрезвычайная вариабельность строения венозной системы (и левой, и правой почечной вены) – следствие нарушения редукции кардинальных и субкардинальных вен. Ретроградный кровоток наблюдают при врожденном (первичном) отсутствии клапанов в яичковой вене, а также генетически детерминированной слабости венозной стенки вследствие недоразвития мышечного слоя, дисплазии соединительной ткани, приводящих к первичной клапанной несостоятельности [23].

Согласно работам Е.А. Войновского с соавторами [24], С.Н. Алексеенко с соавторами [25], причиной возникновения регионарной почечной венозной гипертензии могут являться аномалии строения левой почечной вены. Аорто-мезентериальная компрессия (в зарубежной литературе обозначается как проксимальный “nut-cracker syndrome” – «синдром шелкунчика») относится к компрессии левой почечной вены между аортой и верхней брыжеечной артерией, что приводит к повышению давления левой почечной вены и возможному развитию коллатеральной вены [12, 26].

К факторам, вызывающим варикоцеле, относят также экстравазальную компрессию левой общей подвздошной вены правой общей подвздошной артерией (синдром May–Thurner), приводящую к тазовой венозной гипертензии, что вызывает шунтирование крови по тазовым венозным анастомозам и возникновение ретроградного кровотока по кремастерной вене и вене семявыносящего протока [27]. Такое варикоцеле, согласно исследованию Е.А. Войновского с соавторами [24], диагностируется в 6,3 % случаев и называется экстрафуникулярным варикоцеле.

Результаты исследований подтверждают концепцию статистически положительной зависимости соматометрических параметров (рост, индекс массы тела) и варикоцеле [28, 29]. Результаты работы R. Li с соавторами [29] показывают, что высокий рост пациентов оказывает прямое влияние на проявление варикоцеле. Это объясняется повышенным гидростатическим давлением в семенной вене, которое, в свою очередь, подавляет клапанные механизмы в венах, приводя к образованию варикоцеле у более высоких мужчин. Отмечается прямая корреляция низких показателей индекса массы тела и варикоцеле.

Анализ отечественных и зарубежных источников [6, 14, 22, 30, 31, 32] позволяет выделить следующие патогенетические механизмы, лежащие в основе неблагоприятного воздействия варикоцеле на мужское репродуктивное здоровье: локальная гипертермия; дисфункция гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси: дисфункция клеток Лейдига, Сертоли; повышение концентрации активных форм кислорода (АФК) и повышение окислительного стресса (ОС); ишемия; гипоксия; апоптоз яичек; аутоиммунные реакции; выработка антиспермальных антител.

Современные данные свидетельствуют о центральной роли АФК и результирующего ОС в патогенезе мужской субфертильности, связанной с варикоцеле [16, 31, 33]. По данным L. Samanta с соавторами [33], одним из путей формирования ОС у пациентов с варикоцеле может быть повреждение структуры и функции митохондрий, связанное со снижением экспрессии белков ATPase1A4, HSPA2, SPA17, APOA1. Развивающееся при варикоцеле нарушение микроциркуляции приводит к повышению в клетках семенника концентрации АФК (низкие и контролируемые концентрации АФК играют важную роль в таких физиологических процессах спермы, как конденсация, акросомная реакция и сигнализация для оплодотворения) и ОС, что, согласно зарубежным клиническим исследованиям, ведет к индуцированному апоптозу сперматозоидов, снижению параметров спермы в сыворотке (включая концентрацию, подвижность и морфологию сперматозоидов), ухудшению молекулярных и ультраструктурных особенностей спермы и микросреды семенников, а также значительной фрагментации ДНК спермы [4, 14].

Приведенные данные подтверждаются исследованием H. Yazar с соавторами [34], в котором доказывается отрицательное влияние показателей ОС (общая антиоксидантная способность – totalantioxidantcapacity; общий оксидантный статус – total oxidantstatus; параоксоназа – paraoxonase; арил эстераза – arylesterase; общие тиоловые уровни – totalthiollevels в семенной плазме) на количество, подвижность, морфологию, объем, pH и лейкоциты спермы у пациентов с варикоцеле.

Значимым патогенетическим фактором нарушения сперматогенеза при варикоцеле являются ишемия и гипоксия: повышение венозного давления в венах семенного канатика приводит к недостаточному венозному оттоку от тестикул, венозному застою и гипоксии ткани семенных желез. Кроме того, сперматогенный эпителий очень чувствителен к ишемии: гипоксия при длительном воздействии приводит к асперматогенезу, который является аутоиммунным процессом [31, 33].

Проведенное A.W. Pastuszak и R. Wang [35] исследование свидетельствует, что при варикоцеле возможны аутоиммунные реакции против сперматозоидов, которые сопровождаются выработкой антиспермальных антител, что, в свою очередь, может приводить к нарушению гематотестикулярного барьера, в том числе с контрлатеральной стороны за счет коллатерального кровотока.

Ряд авторов указывает на наличие генетической составляющей в нарушении фертильности при варикоцеле. Так, мужчины с генотипом фермента \*B/\*C, составляющие около 10 % популяции, при наличии варикоцеле имеют более тяжелые нарушения сперматогенеза в виде олигозооспермии и тератозооспермии по сравнению с мужчинами – носителями других генотипов этого фермента [36]. Кроме того, согласно данным T. Mostafa с соавторами [37], полиморфный генотип (GT + TT) для полиморфизма rs1799983 гена NOS3 чаще встречается у пациентов с варикоцеле.

Для уточнения роли гемодинамических расстройств, выяснения патогенетических механизмов необходима их объективная диагностика с применением высокоинформативных методов обследования [38, 39]. В настоящее время ультразвуковое исследование является наиболее распространенным методом визуализации у пациентов с варикоцеле. Неинвазивность, безопасность для пациента и широкая доступность являются основными преимуществами данного метода диагностики, при этом, согласно работе Z. Fejes с соавторами [40], чувствительность и специфичность в определении варикоцеле составляет более 95 %.

Диагностический алгоритм обследования пациентов с варикоцеле включает в себя: физикальный осмотр (выполняется с определением стороны поражения, степени выраженности варикоцеле, состояния яичка) [21], ультразвуковое дуплексное сканирование со спектральным доплеровским исследованием органов мошонки, подвздошных и почечных вен [24, 25], нацеленное на выявление гемодинамического типа варикоцеле [11], субклинических контрлатеральных форм [39], определения ангиоархитектоники варикоцеле, позволяя отказаться от инвазивной флеботестикулографии.

Среди других диагностических методов исследователи указывают флебографию, магнитно-резонансную томографию, термографию [12, 41]. Основаниями для проведения контрастной флебографии служат подозрение на аномалии развития почечных и тазовых вен у больных с варикоцеле, предположительный диагноз сдавления крупных вен, исключение нарушения венозного оттока в бассейне подвздошных вен [41].

Лабораторные методы обследования пациентов с данной патологией включают в себя спермограмму, MAR-тест (определение наличия антиспермальных антител класса IgA, IgG), исследование гормонов крови (общий и свободный тестостерон, глобулин, фолликулостимулирующий гормон, лютеинизирующий гормон, эстрадиол, пролактин, кортизол, прогестерон, ингибин В), генетические исследования (кариотип, AZF-фактор, ген муковисцидоза), специфические иммуноглобулины IgG, IgM в крови, стандартные лабораторные исследования (общий анализ крови, мочи, уровень глюкозы в крови, креатинин, липидный профиль) [38, 39].

S.C. Esteves с соавторами [42] предлагают новую методику диагностики бесплодия у мужчин с варикоцеле, основанную на использовании неинвазивного биомаркера, индекса деградации ДНК спермы (DDSi), с применением теста на диссоциацию хроматина спермы (SCD).

L. Samanta с соавторами [33] в качестве биомаркеров-предикторов бесплодия у пациентов с данной патологией рассматривает митохондриальные дифференцированно выраженные белки (LETM1, EFHC, MIC60, PGAM5, ISOC2, importTOM22).

Использование совокупности диагностических методов позволяет осуществить дифференцированный подход к выбору тактики оперативного лечения [1, 13, 16].

Лечение варикоцеле и его рецидива направлено, в первую очередь, на профилактику или восстановление уже имеющихся нарушений репродуктивной функции, восстановление фертильности с минимизацией вероятности рецидива и осложнений. Выбор оптимального метода лечения варикоцеле основывается на учете гемодинамического типа, анатомических особенностей каждого пациента, профилактике рецидива и осложнений [18, 43, 44, 45].

Показаниями к операции служат бесплодие, нарушения сперматогенеза, атрофия яичка, боль в области мошонки, рецидив заболевания [13, 18, 46]. Лечение варикоцеле не показано у пациентов с нормальным качеством спермы, изолированной тератозооспермией или субклиническим варикоцеле [2]. Однако Американская ассоциация репродуктивной медицины отмечает, что варикоцеле может иметь постепенное патологическое действие на семенники, в конечном итоге, приводящее к необратимому бесплодию [36].

Сложность и многообразие гемодинамических расстройств в бассейне тестикулярной вены, влияющих на состояние репродуктивной функции, диктует необходимость совершенствования и поиска новых подходов к лечению данной патологии [22, 13, 41], так как от выбора метода зависит быстрота, радикальность, атравматичность манипуляций при любом вмешательстве. В современной хирургии используют различные методики оперативного вмешательства: лапароскопические и открытые операции, методы открытой немикрохирургической, лапароскопической или микрохирургической варикоцелэктомии, супраингвинальные неселективные, селективные супраингвинальные; субингвинальные неселективные; субингвинальные селективные и другие практики [18, 43, 45].

Лечение варикоцеле выполняется различными хирургическими методами, включая паховый или субингвинальный, подпаховый, забрюшинный хирургический подходы, с использованием микроскопа, операционной лупы для оптического увеличения [18]. Все хирургические процедуры влекут за собой перевязку, деление (разграничение) лозовидного сплетения в семенном канатике, что приводит к венозному дренированию яичка через коллатерали из сосудистых вен и ликвидации венозной гипертензии [46].

В. Рајовић с соавторами [18], основываясь на результатах клинических испытаний, полагают, что микрохирургия – это один из векторов развития хирургического лечения варикоцеле. Использование пахового доступа микрохирургической техники обеспечивает короткое больничное пребывание, низкий уровень осложнений, наиболее очевидное улучшение параметров спермы. R.L. Paganì с соавторами [45] рекомендуют микрохирургическую варикоцелэктомию в качестве «золотого стандарта» хирургического лечения варикоцеле.

Анализ литературы последних лет показывает увеличение числа сторонников лапароскопической (эндоскопической) варикоцелэктомии, что связано с активным внедрением лапароскопического метода в урологическую практику в целом [29, 47, 48, 49]. Лапароскопический метод позволяет максимально сохранить артерии и лимфатические сосуды при одновременном снижении риска персистенции или рецидива варикоцеле [46]. Отечественные исследователи [11] высказывают мнение о том, что эндоскопический метод является оптимальным при рено-сперматическом и смешанном рефлюксе.

Проведенные за рубежом клинические испытания, направленные на оценку эффективности данной методики лечения варикоцеле, подтверждают улучшение качества спермы и свидетельствуют о том, что частота гидроцеле в лапароскопической группе составляет не более 6 %, частота рецидива – менее 5 % [48]. По данным Z. Li с соавторами [47], при лапароскопической варикоцелэктомии процент успеха и осложнений сопоставим с субингвинальной микрохирургической варикоцелэктомией.

Большинство исследователей свидетельствует, что в настоящее время микрохирургический и лапароскопический виды варикоцелэктомии являются наиболее эффективными, они сопряжены с наименьшим количеством осложнений и рецидивов [5, 46, 49].

Анализ доступных литературных источников [1, 3, 22, 50, 51, 52] показывает, что после варикоцелэктомии происходит значительное улучшение гемодинамических показателей, параметров сперматозоидов (количество, общая и прогрессирующая подвижность, ультраморфология спермы), уменьшается повреждение ДНК спермы и ОС, повышается частота наступления беременности.

Так, отмечено, что нормализация показателей эякулята после хирургического лечения варикоцеле происходит в 8–23 % случаев, улучшение фертильности отмечено у 85 % пациентов [30]. Исследователи убедительно доказывают увеличение концентрации сперматозоидов в среднем более 70 %, их подвижности на 5 %, морфологии на 9 % вне зависимости от типа вмешательства. Подтверждается, что индекс фрагментации ДНК спермы уменьшается на 8 % через 3 месяца после операции по поводу варикоцеле [53, 54].

Медицинская реабилитация после хирургического вмешательства, несомненно, играет значимую роль в общей эффективности лечения варикоцеле, однако данный вопрос не имеет широкого освещения в литературе [11, 26] и требует дальнейшего изучения. Значимым фактором получения положительного результата лечения варикоцеле служит индивидуальный подбор медикаментозного лечения после операции, включающий в себя назначение сперматопротекторов, антиоксидантную и гормональную терапию, санаторно-курортное лечение и витаминотерапию [11, 33, 55, 56].

Так, в работе А. Ardestani Zadeh с соавторами [57] оценивали влияние антиоксидантов, включая витамин Е-Селен-фолиевую кислоту (VitE -Se- FA), на параметры спермы после варикоцелэктомии. Были получены статистически значимые различия в количестве ( $p = 0,031$ ) и подвижности ( $p = 0,01$ ) сперматозоидов после 6 месяцев приема добавок Vit E-Se-FA по сравнению с контрольной группой. С.А.З. Serrano и А.С. Obando [58] рассматривают механизмы гормонального лечения мужского бесплодия.

D. Arab с соавторами [59] отмечают, что использование пищевых добавок, таких как минералы, витамины и антиоксиданты, играет важную роль в профилактике и лечении варикоцеле за счет повышения уровня антиоксидантных ферментов (например, пероксидазы, супероксиддисмутазы и каталазы) и снижения уровней маркеров воспаления (например, фактор некроза опухоли- $\alpha$ , интерлейкин-6 и интерлейкин-1) в яичке. Согласно результатам, пищевые добавки могут облегчить сперматогенез у пациентов с варикоцеле с помощью различных механизмов, таких как подавление окислительного стресса и воспаления в ткани яичек.

Отечественные ученые С.И. Гамидов с соавторами [60] провели исследование, целью которого стало изучение эффективности и безопасности комплекса ацетил-L-карнитина, L-карнитина фумарата и альфа-липоевой кислоты для адьювантной антиоксидантной терапии после микрохирургической варикоцелэктомии у мужчин с варикоцеле и оценка его влияния на уровень фрагментации ДНК в клетках спермы. Результаты продемонстрировали, что проведение хирургической операции и применение антиоксидантной терапии через 3 месяца привело к увеличению концентрации сперматозоидов на 27 %, повысило их активную подвижность на 76,7 %, снизило уровень фрагментации ДНК сперматозоидов на 22,3 %. Побочных эффектов фармакотерапии не наблюдалось. Авторы считают, что адьювантная антиоксидантная терапия бесплодия при варикоцеле усиливает эффекты монотерапии (как медикаментозной, так и хирургической), приводит к повышению ее эффективности и сокращает время до наступления беременности.

Для оценки долгосрочных результатов лечения необходимо проведение дальнейших исследований в этой области, так как от правильно выбранной тактики восстановительной терапии в ближайшем и отдаленном периодах после оперативных вмешательств зависит длительность пребывания пациента в стационаре, скорость восстановления показателей гемодинамики, параметров сперматогенеза, восстановление фертильности [30, 32, 44, 60].

На основании анализа литературных источников можно сделать вывод о том, что варикоцеле остается в центре внимания отечественных и зарубежных урологов-андрологов, являясь значимой причиной нарушений сперматогенеза и, как следствие, мужского бесплодия. В настоящий момент широко освещены вопросы этиологии и патогенеза, диагностики и лечения данного заболевания, однако возникает необходимость создания единого алгоритма ведения больных с варикоцеле в зависимости от прогностических индикаторов динамики фертильности. Подобный алгоритм должен быть направлен на профилактику или восстановление уже имеющихся нарушений репродуктивной функции, восстановление фертильности с минимизацией вероятности рецидива и осложнений.

**Раскрытие информации.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Disclosure.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

### Список литературы

1. Birowo P., Tendi W., Widyahening I. S., Atmoko W., Rasyid N. The benefits of varicocele repair for achieving pregnancy in male infertility : A systematic review and meta-analysis // *Heliyon*. 2020. Vol. 6, no. 11. P. e05439 doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05439.
2. Lewis S. E. M., Esteves S. C. What does a varicocele do to a man's fertility? There is much more than meets the eye // *Int. Braz. J. Urol.* 2021. Vol. 47, no. 2. P. 284–286. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0827.1.
3. Birowo P., Wijaya J. R., Atmoko W., Rasyid N. The effects of varicocelectomy on the DNA fragmentation index and other sperm parameters: a meta-analysis // *Basic Clin Androl.* 2020. Vol. 30. P. 15. doi: 10.1186/s12610-020-00112-6.
4. Morini D., Spaggiari G., Daolio J., Melli B., Nicoli A., De Feo G., Valli B., Viola D., Garganigo S., Magnani E., Pilia A., Polese A., Colla R., Simoni M., Aguzzoli L., Villani M. T., Santi D. Improvement of sperm morphology after surgical varicocele repair // *Andrology*. 2021. Vol 9, no. 4. P. 1176–1184. doi: 10.1111/andr.13012.
5. Park J. H., Pak K., Park N. C., Park H. J. How Can We Predict a Successful Outcome after Varicocelectomy in Painful Varicocele Patients? An Updated Meta-Analysis // *World. J. Mens Health*. 2021. Vol. 39, no. 4. P. 645–653. doi: 10.5534/wjmh.190112. doi: 10.5534/wjmh.190112.
6. Hassanin A. M., Ahmed H. H., Kaddah A. N. A global view of the pathophysiology of varicocele // *Andrology*. 2018. Vol. 6, no. 5. P. 654–661. doi: 10.1111/andr.12511.
7. Кайзер Е. В., Шакина И. А. Анализ факторов, влияющих на сокращение численности населения России в 2020 году // *Вестник науки и образования*. 2021. № 9 (112). Ч. 1. С. 41–48.
8. Roque M., Esteves S. C. Effect of varicocele repair on sperm DNA fragmentation : a review // *Int Urol Nephrol*. 2018. Vol. 50, no. 4. P. 583–603. doi: 10.1007/s11255-018-1839-4.
9. Fang Y., Su Y., Xu J., Hu Z., Zhao K., Liu C., Zhang H. Varicocele-Mediated Male Infertility: From the Perspective of Testicular Immunity and Inflammation // *Front Immunol*. 2021. Vol. 12. P. 729539 doi: 10.3389/fimmu.2021.729539.
10. Расулов Ж. Д. Способ хирургического лечения варикоцеле // *Проблемы репродукции*. 2016. Т. 22, № 5. С. 141–144. doi: 10.17116/repro201622511-144.
11. Панченко И. А., Панченко Р. И., Байчоров Э. Х. Варикоцеле : оптимальный лечебно-диагностический подход и медицинская реабилитация репродуктивной функции // *Курортная медицина*. 2014. № 4. С. 47–53.
12. Жуков О. Б., Верзин А. В., Пеньков П. Л. Регионарная почечная венная гипертензия и левостороннее варикоцеле // *Андрология и генитальная хирургия*. 2013. Т. 3. С. 29–37.
13. Chiba K., Fujisawa M. Clinical Outcomes of Varicocele Repair in Infertile Men : A Review // *World. J. Mens Health*. 2016. Vol. 34, no. 2. P. 101–109. doi: 10.5534/wjmh.2016.34.2.101.
14. 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. Vol. 40, no. 1. P. 87–103. doi: 10.5534/wjmh.210153.
15. Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine; Society for Male Reproduction and Urology. Report on varicocele and infertility : a committee opinion // *Fertil. Steril.* 2014. Vol. 102, no. 6. P. 1556–1560. doi: 10.1016/j.fertnstert.2014.10.007.
16. Agarwal A., Finelli R., Durairajanayagam D., Leisegang K., Henkel R., Salvio G., Aghamajidi A., Sengupta P., Crisóstomo L., Tsioulou P. A., Roychoudhury S., Finocchi F., Darbandi M., Mottola F., Darbandi S., Iovine C., Santonastaso M., Zaker H., Kesari K. K., Nomanzadeh A., Gugnani N., Rambhatla A., Duran M. B., Ceyhan E., Kandil H., Arafa 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. Vol. 40. P. e28. doi: 10.5534/wjmh.210202.
17. Punjani N., Wald G., Gaffney C. D., Goldstein M., Kashanian J. A. Predictors of varicocele-associated pain and its impact on semen parameters following microsurgical repair // *Andrology*. 2021. Vol. 53, no. 8. P. e14121. doi: 10.1111/andr.14121.
18. Pajovic B., Radojevic N., Dimitrovski A., Radovic M., Rolovic R., Vukovic M. Advantages of microsurgical varicocelectomy over conventional techniques // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2015. Vol. 19, no. 4. P. 532–538.
19. Lorenc T., Krupniewski L., Palczewski P., Gołbiowski M. The value of ultrasonography in the diagnosis of varicocele // *J. Ultrason.* 2016. Vol. 16, no. 67. P. 359–370. doi: 10.15557/JoU.2016.0036.
20. Pack S., Choi W. S. Varicocele and Testicular Pain : A Review // *World J. Mens Health*. 2019. Vol. 37, no. 1. P. 4–11. doi: 10.5534/wjmh.170010.
21. Тараско А. Д., Берсенов А. Е., Саламанов В. И. Варикоцеле у мужчин второго периода зрелости и пожилого возраста // *Урология*. 2014. № 2. С. 48–51.
22. Martelo A. The history of varicocele: from antiquity to the modern ERA // *Int. Braz. J. Urol.* 2018. Vol. 44, no. 3. P. 563–576. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2017.0386.
23. Урология : национальное руководство / под ред. Н. А. Лопаткина. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 1024 с.

24. Войновский Е. А., Осипов Н. Г., Корюков Д. В., Банникова Е. А., Трунин И. В. Варикоцеле у больных с врожденными изменениями нижней полой, почечной и внутренней семенной вены // *Флебология*. 2013. Т. 7, № 1. С. 66–71.
25. Алексеенко С. Н., Медведев В. Л., Татевосян А. С., Тонян А. Г., Поморцев А. В., Ждмарова О. И., Медведев А. В. Позиционные изменения магистрального кровотока левой почки у мужчин с варикоцеле и бесплодием // *Урология*. 2014. № 1. С. 28–32.
26. Hind G., Najwa B. Left varicocele revealing a nutcracker phenomenon // *Pan Afr. Med. J.* 2021. Vol. 39. P. 131. doi: 10.11604/pamj.2021.39.131.29964.
27. Poyyamoli S., Mehta P., Cherian M., Anand T. R., Patil S. B., Kalva S., Salazar G. May -Turner syndrome // *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2021. Vol. 11, no. 5. P. 1104–1111. doi: 10.21037/cdt.2020.03.07.
28. Xiao-Bin G., Fang-Lei W., Hui X., Cheng Y., Zhi-Xuan C., Zhi-Peng H., Cun-Dong L., Wen-Bin G. The association between body mass index and varicocele : A meta-analysis // *Int. Braz. J. Urol.* 2021. Vol. 47, no. 1. P. 8–19. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0210.
29. Li R., Liu J., Li Y., Wang Q. Effect of somatometric parameters on the prevalence and severity of varicocele : a systematic review and meta-analysis // *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2021. Vol. 19, no. 1. P. 11. doi: 10.1186/s12958-021-00695-3.
30. Крупин В. Н., Мамонов М. В., Артифексова А. А. Усиление артериальной гемодинамики у больных варикоцеле с бесплодием // *Современные технологии в медицине*. 2013. Т. 5, № 3. С. 93–99.
31. Cho C. L., Esteves S. C., Agarwal A. Novel insights into the pathophysiology of varicocele and its association with reactive oxygen species and sperm DNA fragmentation // *Asian J. Androl.* 2016. Vol. 18, no 2. P. 186–193. doi: 10.4103/1008-682X.170441.
32. Ritchie C., Ko E. Y. Oxidative stress in the pathophysiology of male infertility // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 1. P. e13581. doi: 10.1111/and.13581.
33. Samanta L., Agarwal A., Swain N., Sharma R., Gopalan B., Esteves S. C., Durairajanayagam D., Sabanegh E. // Proteomic Signatures of Sperm Mitochondria in Varicocele : Clinical Utility as Biomarkers of Varicocele-Associated Infertility // *J. Urol.* 2018. Vol. 200, no. 2. P. 414–422. doi: 10.1016/j.juro.2018.03.009.
34. Yazar H., Halis F., Nasir Y., Guzel D., Akdogan M., Gokce A. Effect of the Oxidant-Antioxidant System in Seminal Plasma on Varicocele and Idiopathic Infertility in Male Humans // *Clin. Lab.* 2017. Vol. 63, no. 5. P. 935–940. doi: 10.7754/Clin.Lab.2016.161111.
35. Pastuszak A. W., Wang R. Varicocele and testicular function // *Asian J. Androl.* 2015. Vol. 17, no. 4. P. 659–667. doi: 10.4103/1008-682X.153539.
36. Глыбочко П. В., Аляев Ю. Г., Чалый М. Е., Барашков Г. К., Усачева О. А. Бесплодие и патозооспермия после оперативного лечения варикоцеле // *Фарматека*. 2013. № 3 (256). С. 35–37.
37. Mostafa T., Abdel-Hamid I., Taymour M., Ali O. Genetic variants in varicocele-related male infertility : a systematic review and future directions // *Hum. Fertil. (Camb)*, 2021. P. 1–17. doi: 10.1080/14647273.2021.1983214.
38. Zhang Y., Wu X., Zhang W., Gao J., Zhang Y., Zhang X. Platelet indices and varicocele : A systematic review and meta-analysis // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 2. P. e139. doi: 10.1111/and.139.
39. Cocuzza M. S., Tiseo B. C., Srougi V., Wood G. J. A., Cardoso J. P. S., Esteves S. C., Srougi M. Diagnostic accuracy of physical examination compared with color Doppler ultrasound in the determination of varicocele diagnosis and grading : Impact of urologists' experience // *Andrology*. 2020. Vol. 8, no. 5. P. 1160–1166. doi: 10.1111/andr.12797.
40. Fejes Z., Pásztor N., Karczagi L., Brzózka Á., Király I., Morvay Z., Palkó A. The role of ultrasonography in the investigation of male infertility // *Orv. Hetil.* 2018. Vol. 159, no. 21. P. 815–822. doi: 10.1556/650.2018.31075.
41. Bertolotto M., Cantisani V., Drudi FM, Lotti F. Varicocoele. Classification and pitfalls // *Andrology*. 2021. Vol. 9, no. 5. P. 1322–1330. doi: 10.1111/andr.13053.
42. Esteves S. C., Gosálvez J., López-Fernández C., Núñez-Calonge R., Caballero P., Agarwal A., Fernández J. L. Diagnostic accuracy of sperm DNA degradation index (DDSi) as a potential noninvasive biomarker to identify men with varicocele-associated infertility // *Int. Urol. Nephrol.* 2015. Vol. 47, no. 9. P. 1471–1477. doi: 10.1007/s11255-015-1053-6.
43. Zampieri N. Varicocele and varicocelectomy : Which news from the past? // *Arch. Ital. Urol. Androl.* 2021. Vol. 93, no. 4. P. 499–500. doi: 10.4081/aiua.2021.4.499.
44. Cho C-L, Esteves S. C., Agarwal A. Indications and outcomes of varicocele repair // *Panminerva Med.* 2019. Vol. 61, no. 2. P. 152–163. doi: 10.23736/S0031-0808.18.03528-0.
45. Pagani R. L., Ohlander S. J., Niederberger C. S. Microsurgical varicocele ligation: surgical methodology and associated outcomes // *FertilSteril.* 2019. Vol. 111, no. 3. P. 415–419. doi: 10.1016/j.fertnstert.2019.01.002.
46. Su J. S., Farber N. J., Vij S. C. Pathophysiology and treatment options of varicocele : An overview // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 1. P. e13576. doi: 10.1111/and.13576.
47. Li Z., Hu S., Zhou R., Wang J. Comparison of the efficacy and safety of microscopic and laparoscopic surgery for varicocele // *World J Urol.* 2022. Vol. 40, no. 1. P. 299–300. doi: 10.1007/s00345-020-03516-1.
48. Seiler F., Kneissl P., Hamann C., Jünemann K-P, Osmonov D. Laparoscopic varicocelectomy in male infertility : Improvement of seminal parameters and effects on spermatogenesis // *Wien Klin. Wochenschr.* 2022. Vol. 134, no. 1–2. P. 51–55. doi: 10.1007/s00508-021-01897-w.

49. Jing Y. X., Wang R. H., Liu Z. X., Meng Q. Y. Analysis of internal spermatic vein embolization through catheter versus laparoscopic high ligation in treatment of left varicocele // *Vascular*. 2020. Vol. 28, no. 5. P. 583–590. doi: 10.1177/1708538120923548.
50. Mombeini H., Khazaeili D., Esmaeili S. Comparison of the result of Doppler sonography before and after laparoscopic artery and lymphatic sparing varicocelectomy with microsurgical subinguinal varicocelectomy // *J. Family Med. Prim. Care*. 2020. Vol. 9, no. 8. P. 4005–4008. doi: 10.4103/jfmpe.jfmpe\_1152\_19.
51. Sansone A., Fegatelli D. A., Pozza C., Fattorini G., Lauretta R., Minnetti M., Romanelli F., Lucatelli P., Corona M., Bezzi M., Lombardo F., Lenzi A., Gianfrilli D. Effects of percutaneous varicocele repair on testicular volume: results from a 12-month follow-up // *Asian J. Androl*. 2019. Vol. 21, no. 4. P. 408–412. doi: 10.4103/aja.aja\_102\_18.
52. Jo J., Kim H., Jerng U. M. Improvements in Scrotal Thermoregulation in Patients with Varicoceles Treated by Using Traditional Korean Medicine : Two Case Reports // *J. Acupunct Meridian Stud*. 2016. Vol. 9, no. 3. P. 156–160. doi: 10.1016/j.jams.2015.12.001.
53. Esteves S. C., Zini A., Coward R. M., Evenson D. P., Gosálvez J., Lewis S. E. M., Sharma R., Humaidan P. Sperm DNA fragmentation testing : Summary evidence and clinical practice recommendations // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 2. P. e13874. doi: 10.1111/and.13874.
54. Yao H., Li F., Qiu X., Xu Y., Xue P., Chang D. The effect of varicocele repair for sperm DNA fragmentation: A protocol for systematic review and meta-analysis // *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99, no. 38. P. e21960. doi: 10.1097/MD.00000000000021960.
55. Maheshwari A., Muneer A., Lucky M., Mathur R., McEleny K.; British Association of Urological Surgeons and the British Fertility Society. A review of varicocele treatment and fertility outcomes // *Hum. Fertil. (Camb)*. 2020. P. 1–8. doi: 10.1080/14647273.2020.1785117.
56. Su J. S., Farber N. J., Vij S. C. Pathophysiology and treatment options of varicocele : An overview // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 1. P. e13576. doi: 10.1111/and.13576.
57. Ardestani Zadeh A., Arab D., Kia N. S., Heshmati S., Amirkhalili S. N. The role of Vitamin E – Selenium – Folic Acid Supplementation in Improving Sperm Parameters After Varicocelectomy : A Randomized Clinical Trial // *Urol J*. 2019. Vol. 16, no. 5. P. 495–500. doi: 10.22037/uj.v0i0.4653.
58. Serrano C. A. Z., Obando A. C. Diagnosis and hormonal treatment of male infertility // *Actas Urol. Esp (Engl. Ed.)*. 2020. Vol. 44, no. 5. P. 321–327. doi: 10.1016/j.acuro.2019.10.013.
59. Arab D., Doustmohammadi H., Ardestani Zadeh A. Dietary supplements in the management of varicocele-induced infertility: A review of potential mechanisms // *Andrologia*. 2021. Vol. 53, no. 1. P. e13879. doi: 10.1111/and.13879.
60. Гамидов С. И., Овчинников Р. И., Попова А. Ю., Авакян А. Ю., Сухих Г. Т. Адъювантная антиоксидантная терапия у больных бесплодием при варикоцеле // *Урология*. 2017. № 2-S2. С. 64–72. doi: 10.18565/urol.2017.2-supplement.64-72.

## References

1. Birowo P., Tendi W., Widyahening I. S., Atmoko W., Rasyid N. The benefits of varicocele repair for achieving pregnancy in male infertility: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2020; 6 (11): e05439 doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05439.
2. Lewis S. E. M., Esteves S. C. What does a varicocele do to a man's fertility? There is much more than meets the eye. *Int. Braz. J. Urol*. 2021; 47 (2): 284-286. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0827.1.
3. Birowo P., Wijaya J. R., Atmoko W., Rasyid N. The effects of varicocelectomy on the DNA fragmentation index and other sperm parameters: a meta-analysis. *Basic Clin. Androl*. 2020; 30 (15). doi: 10.1186/s12610-020-00112-6.
4. Morini D., Spaggiari G., Daolio J., Melli B., Nicoli A., De Feo G., Valli B., Viola D., Garganigo S., Magnani E., Pilia A., Polese A., Colla R., Simoni M., Aguzzoli L., Villani M. T., Santi D. Improvement of sperm morphology after surgical varicocele repair. *Andrology*. 2021; 9 (4): 1176-1184. doi: 10.1111/andr.13012.
5. Park J. H., Pak K., Park N. C., Park H. J. How Can We Predict a Successful Outcome after Varicocelectomy in Painful Varicocele Patients? An Updated Meta-Analysis. *World J. Mens Health*. 2021; 39 (4): 645-653. doi: 10.5534/wjmh.190112. doi: 10.5534/wjmh.190112.
6. Hassanin A. M., Ahmed H. H., Kaddah A. N. A global view of the pathophysiology of varicocele. *Andrology*. 2018; 6 (5): 654-661. doi: 10.1111/and.r.12511.
7. Kajzer E. V., Shakina I. A. Analysis of factors influencing the decline in the population of Russia in 2020. *Vestnik nauki i obrazovaniya = Bulletin of Science and Education*. 2021; 9: 41-48. (In Russ.).
8. Roque M., Esteves S. C. Effect of varicocele repair on sperm DNA fragmentation: a review. *Int Urol Nephrol*. 2018; 50 (4): 583-603. doi: 10.1007/s11255-018-1839-4.
9. Fang Y., Su Y., Xu J., Hu Z., Zhao K., Liu C., Zhang H. Varicocele-Mediated Male Infertility: From the Perspective of Testicular Immunity and Inflammation. *Front Immunol*. 2021; 12. doi: 10.3389/fimmu.2021.729539.
10. Rasulov J. D. Method of surgical treatment of varicocele. *Problemy reprodukcii = Reproduction problems*. 2016; 5: 141-144. (In Russ.). doi:10.17116/repro201622511-144.
11. Panchenko I. A., Panchenko R. I., Baichorov E. H. Varicocele: optimal therapeutic and diagnostic approach and medical rehabilitation of reproductive function. *Kurortnaya medicina = Spa medicine*. 2014; 4: 47–53. (In Russ.).

12. Zhukov O. B., Verzin A.V., Penkov P. L. Regional renal venous hypertension and left-sided varicocele. *Andrologiya I genitalnaya hirurgiya=Andrology and genital surgery*. 2013; 3: 29-37. (In Russ.).
13. Chiba K., Fujisawa M. Clinical Outcomes of Varicocele Repair in Infertile Men: A Review. *World J. Mens Health*. 2016; 34 (2): 101-109. 10.5534/wjmh.2016.34.2.101.
14. 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.
15. Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine; Society for Male Reproduction and Urology. Report on varicocele and infertility: a committee opinion. *Fertil. Steril*. 2014; 102 (6): 1556-1560. doi: 10.1016/j.fertnstert.2014.10.007.
16. Agarwal A., Finelli R., Durairajanayagam D., Leisegang K., Henkel R., Salvio G., Aghamajidi A., Sengupta P., Crisóstomo L., Tsioulou P. A., Roychoudhury S., Finocchi F., Darbandi M., Mottola F., Darbandi S., Iovine C., Santonastaso M., Zaker H., Kesari K. K., Nomanzadeh A., Gughani N., Rambhatla A., Duran M. B., Ceyhan E., Kandil H., Arafa 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; 25. doi: 10.5534/wjmh.210202.
17. Punjani N., Wald G., Gaffney C. D., Goldstein M., Kashanian J. A. Predictors of varicocele-associated pain and its impact on semen parameters following microsurgical repair. *Andrology*. 2021; 53 (8): e14121. doi: 10.1111/and.14121.
18. Pajovic B., Radojevic N., Dimitrovski A., Radovic M., Rolovic R., Vukovic M. Advantages of microsurgical varicocelectomy over conventional techniques. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2015; 19 (4): 532-538.
19. Lorenc T., Krupniewski L., Palczewski P., Gołębiowski M. The value of ultrasonography in the diagnosis of varicocele. *J. Ultrason*. 2016; 16 (67): 359-370. doi: 10.15557/JoU.2016.0036.
20. Pack S., Choi W. S. Varicocele and Testicular Pain: A Review. *World J. Mens Health*. 2019; 37 (1): 4-11. doi: 10.5534/wjmh.170010.
21. Tarasco A. D., Bersenev A. E., Salamanov V. I. Varicocele in men of the second period of maturity and old age. *Urologiya = Urology*. 2014; 2: 48-51. (In Russ.).
22. Martelo A. The history of varicocele: from antiquity to the modern ERA. *Int. Braz. J. Urol*. 2018; 44 (3): 563-576. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2017.0386.
23. *Urology. National leadership/* Ed. N.A. Lopatkin. M.: GEOTAR-Media, 2009. 1024 p. (In Russ.).
24. Voynovsky E. A., Osipov N. G., Kryukov D. V., Bannikova E. A., Trunin I. V. Varicocele in patients with congenital changes of the inferior vena cava, renal and internal seminal vein. *Flebologiya = Phlebology*. 2013; 1: 66-71. (In Russ.).
25. Alekseenko S. N., Medvedev V. L., Tatevosyan A. S., Tonyan A.G., Pomortsev A. V., Zhdamarova O. I., Medvedev A. V. Positional changes of the magistral blood flow of the left kidney in men with varicocele and infertility. *Urologiya = Urology*. 2014; 1: 28-32. (In Russ.).
26. Hind G., Najwa B. Left varicocele revealing a nutcracker phenomenon. *Pan Afr. Med. J*. 2021; 39: 131. doi: 10.11604/pamj.2021.39.131.29964.
27. Poyyamoli S., Mehta P., Cherian M., Anand T. R., Patil S. B., Kalva S., Salazar G. May-Thurner syndrome. *Cardiovasc. Diagn. Ther*. 2021; 11 (5): 1104-1111. doi: 10.21037/cdt.2020.03.07.
28. Xiao-Bin G., Fang-Lei W., Hui X., Cheng Y., Zhi-Xuan C., Zhi-Peng H., Cun-Dong L., Wen-Bin G. The association between body mass index and varicocele: A meta-analysis. *Int. Braz. J. Urol*. 2021; 47 (1): 8-19. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0210.
29. Li R., Liu J., Li Y., Wang Q. Effect of somatometric parameters on the prevalence and severity of varicocele: a systematic review and meta-analysis. *Reprod. Biol. Endocrinol*. 2021; 19 (1): 11. doi: 10.1186/s12958-021-00695-3.
30. Krupin V. N., Mamonov M. V., Artifexova A. A. Enhancement of arterial hemodynamics in patients with varicocele with infertility. *Sovremennyyetekhnologii v medicine = Modern technologies in medicine*. 2013; 3: 93-99. (In Russ.).
31. Cho C. L., Esteves S. C., Agarwal A. Novel insights into the pathophysiology of varicocele and its association with reactive oxygen species and sperm DNA fragmentation. *Asian J. Androl*. 2016; 18 (2): 186-193. doi: 10.4103/1008-682X.170441.
32. Ritchie C., Ko E. Y. Oxidative stress in the pathophysiology of male infertility. *Andrologia*. 2021; 53 (1): e13581. doi: 10.1111/and.13581.
33. Samanta L., Agarwal A., Swain N., Sharma R., Gopalan B., Esteves S. C., Durairajanayagam D., Sabanegh E. Proteomic Signatures of Sperm Mitochondria in Varicocele: Clinical Utility as Biomarkers of Varicocele-Associated Infertility. *J. Urol*. 2018; 200 (2): 414-422. doi: 10.1016/j.juro.2018.03.009.
34. Yazar H., Halis F., Nasir Y., Guzel D., Akdogan M., Gokce A. Effect of the Oxidant-Antioxidant System in Seminal Plasma on Varicocele and Idiopathic Infertility in Male Humans. *Clin. Lab*. 2017; 63 (5): 935-940. doi: 10.7754/Clin.Lab.2016.161111.
35. Pastuszak A. W., Wang R. Varicocele and testicular function. *Asian J. Androl*. 2015; 17 (4): 659-667. doi: 10.4103/1008-682X.153539.
36. Glybochko P. V., Alyaev Yu. G., Chaly M. E., Barashkov G. K., Usacheva O. A. Infertility and pathozoospermia after surgical treatment of varicocele. *Farmateka = Pharmateca*. 2013; 3: 35-37 (In Russ.).

37. Mostafa T., Abdel-Hamid I., Taymour M., Ali O. Genetic variants in varicocele-related male infertility: a systematic review and future directions. *Hum. Fertil. (Camb)*. 2021; 1-17. doi: 10.1080/14647273.2021.1983214.
38. Zhang Y., Wu X., Zhang W., Gao J., Zhang Y., Zhang X. Platelet indices and varicocele: A systematic review and meta-analysis. *Andrologia*. 2021; 53 (2): e139. doi: 10.1111/and.139.
39. Cocuzza M. S., Tiseo B. C., Srougi V., Wood G. J. A., Cardoso J. P. S., Esteves S. C., Srougi M. Diagnostic accuracy of physical examination compared with color Doppler ultrasound in the determination of varicocele diagnosis and grading: Impact of urologists' experience. *Andrology*. 2020; 8 (5): 1160-1166. doi: 10.1111/andr.12797.
40. Fejes Z., Pásztor N., Karczagi L., Brzózka A., Király I., Morvay Z., Palkó A. The role of ultrasonography in the investigation of male infertility. *Orv. Hetil*. 2018; 159 (21): 815-822. doi: 10.1556/650.2018.31075.
41. Bertolotto M., Cantisani V., Drudi F. M., Lotti F. Varicocele. Classification and pitfalls. *Andrology*. 2021; 9 (5):1322-1330. doi: 10.1111/andr.13053.
42. Esteves S. C., Gosálvez J., López-Fernández C., Núñez-Calonge R., Caballero P., Agarwal A., Fernández J. L. Diagnostic accuracy of sperm DNA degradation index (DDSi) as a potential noninvasive biomarker to identify men with varicocele-associated infertility. *Int. Urol. Nephrol*. 2015; 47 (9): 1471-1477. doi: 10.1007/s11255-015-1053-6.
43. Zampieri N. Varicocele and varicolectomy: Which news from the past? *Arch. Ital. Urol. Androl*. 2021; 93 (4): 499-500. doi: 10.4081/aiua.2021.4.499.
44. Cho C-L, Esteves S. C., Agarwal A. Indications and outcomes of varicocele repair. *Panminerva Med*. 2019; 61 (2): 152-163. doi: 10.23736/S0031-0808.18.03528-0.
45. Pagani R. L., Ohlander S. J., Niederberger C. S. Microsurgical varicocele ligation: surgical methodology and associated outcomes. *Fertil Steril*. 2019; 111 (3): 415-419. doi: 10.1016/j.fertnstert.2019.01.002.
46. Su J. S., Farber N. J., Vij S. C. Pathophysiology and treatment options of varicocele: An overview. *Andrologia*. 2021; 53 (1): e13576. doi: 10.1111/and.13576.
47. Li Z., Hu S., Zhou R., Wang J. Comparison of the efficacy and safety of microscopic and laparoscopic surgery for varicocele. *World J. Urol*. 2022; 40 (1): 299-300. doi: 10.1007/s00345-020-03516-1.
48. Seiler F., Kneissl P., Hamann C., Jünemann K-P, Osmonov D. Laparoscopic varicolectomy in male infertility : Improvement of seminal parameters and effects on spermatogenesis. *Wien Klin. Wochenschr*. 2022; 134 (1-2): 51-55. doi: 10.1007/s00508-021-01897-w.
49. Jing Y. X., Wang R. H., Liu Z. X., Meng Q. Y. Analysis of internal spermatic vein embolization through catheter versus laparoscopic high ligation in treatment of left varicocele. *Vascular*. 2020; 28 (5): 583-590. doi: 10.1177/1708538120923548.
50. Mombeini H., Khazaeili D., Esmaeili S. Comparison of the result of Doppler sonography before and after laparoscopic artery and lymphatic sparing varicolectomy with microsurgical subinguinal varicolectomy. *J. Family Med. Prim. Care*. 2020; 9 (8): 4005-4008. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc\_1152\_19.
51. Sansone A., Fegatelli D. A., Pozza C., Fattorini G., Lauretta R., Minnetti M., Romanelli F., Lucatelli P., Corona M., Bezzi M., Lombardo F., Lenzi A., Gianfrilli D. Effects of percutaneous varicocele repair on testicular volume: results from a 12-month follow-up. *Asian J. Androl*. 2019; 21 (4): 408-412. doi: 10.4103/aja.aja\_102\_18.
52. Jo J., Kim H., Jerng U. M. Improvements in Scrotal Thermoregulation in Patients with Varicoceles Treated by Using Traditional Korean Medicine: Two Case Reports. *J. Acupunct. Meridian Stud*. 2016; 9 (3): 156-160. doi: 10.1016/j.jams.2015.12.001.
53. Esteves S. C., Zini A., Coward R. M., Evenson D. P., Gosálvez J., Lewis S. E. M., Sharma R., Humaidan P. Sperm DNA fragmentation testing: Summary evidence and clinical practice recommendations *Andrologia*. 2021; 53 (2): e13874. doi: 10.1111/and.13874.
54. Yao H., Li F., Qiu X., Xu Y., Xue P., Chang D. The effect of varicocele repair for sperm DNA fragmentation: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 (38): e21960. doi: 10.1097/MD.00000000000021960.
55. Maheshwari A., Muneer A., Lucky M., Mathur R., McEleny K.; British Association of Urological Surgeons and the British Fertility Society. A review of varicocele treatment and fertility outcomes. *Hum. Fertil. (Camb)*. 2020; 1-8. doi: 10.1080/14647273.2020.1785117.
56. Su J. S., Farber N. J., Vij S. C. Pathophysiology and treatment options of varicocele: An overview. *Andrologia*. 2021; 53 (1): e13576. doi: 10.1111/and.13576.
57. Ardestani Zadeh A., Arab D., Kia N. S., Heshmati S., Amirkhalili S. N. The role of Vitamin E - Selenium - Folic Acid Supplementation in Improving Sperm Parameters After Varicolectomy: A Randomized Clinical Trial. *Urol. J*. 2019; 16 (5): 495-500. doi: 10.22037/uj.v0i0.4653.
58. Serrano C. A. Z., Obando A. C. Diagnosis and hormonal treatment of male infertility. *Actas Urol. Esp. (Engl. Ed.)*. 2020; 44 (5): 321-327. doi: 10.1016/j.acuro.2019.10.013.
59. Arab D., Doustmohammadi H., ArdestaniZadeh A. Dietary supplements in the management of varicocele-induced infertility: A review of potential mechanisms. *Andrologia*. 2021;53 (1): e13879. doi: 10.1111/and.13879.
60. Gamidov S. I., Ovchinnikov R. I., Popova A. Yu., Avakian A. Yu., Sukhoi G. T. Adjuvant antioxidant therapy in infertility patients with varicocele. *Urologiya = Urology*. 2017; (2-S2): 64-72. (In Russ.). doi: 10.18565/urol.2017.2-supplement.64-72.

### **Информация об авторах**

**Э.Х. Байчоров**, доктор медицинских наук, профессор, главный хирург Министерства здравоохранения Ставропольского края, заведующий кафедрой хирургии и эндохирургии с курсом сосудистой хирургии и ангиологии, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия, e-mail: enverb@yandex.ru.

**Р.И. Панченко**, врач-уролог-андролог Государственного автономного учреждения здравоохранения Ставропольского края «Краевой клинический специализированный уроандрологический центр», аспирант кафедры хирургии и эндохирургии с курсом сосудистой хирургии и ангиологии Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия, e-mail: Panch279@gmail.com

### **Information about the authors**

**E.H. Baichorov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Surgeon of the Ministry of Health of the Stavropol Territory, Head of Department, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia, e-mail: enverb@yandex.ru.

**R.I. Panchenko**, urologist-andrologist, Regional Clinical Specialized Uroandrological Center, post-graduate student of Department, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia, e-mail: Panch279@gmail.com.\*

---

\* Статья поступила в редакцию 05.08.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 27.03.2023.

The article was submitted 05.08.2022; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 27.03.2023.