

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФАРМАКОДОПЛЕРОГРАФИИ СОСУДОВ ПОЛОВОГО ЧЛЕНА В ВЫБОРЕ МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ВАСКУЛОГЕННОЙ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Д.Ю. Русаков^{1, 2}, А.Ю. Трубин¹, Р.С. Низамова¹, Р.Д. Андреева¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

²АО «Самарский диагностический центр» (Самара, Российская Федерация)

Для цитирования: Русаков Д.Ю., Трубин А.Ю., Низамова Р.С., Андреева Р.Д. Роль ультразвуковой фармакодуплерографии сосудов полового члена в выборе метода лечения при васкулогенной эректильной дисфункции. Аспирантский вестник Поволжья. 2025;25(4):XX-XX. DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP692317>

■ Сведения об авторах

*Русаков Дмитрий Юрьевич – канд. мед. наук, врач-уролог; ассистент кафедры урологии. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8821-5599>
E-mail: rusakov.du@samaradcu.ru

Трубин А.Ю. – канд. мед. наук, врач-уролог, ассистент кафедры общей и клинической патологии.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6401-9360> E-mail: alexey.trubin@uro-onco.ru

Низамова Р.С. – д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой урологии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4452-8547>
E-mail: r.s.nizamova@samsmu.ru

Андреева Р.Д. – ассистент кафедры урологии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5385-7049> E-mail: r.d.andreeva@samsmu.ru
*Автор для переписки

■ Список сокращений

ЭД – эректильная дисфункция; УЗДГ – ультразвуковая доплерография; ЛГ – лютеинизирующий гормон; ФСГ – фолликулостимулирующий гормон; ССГ – глобулин, связывающий половые гормоны; ТТГ – тиреотропный гормон; КТ – компьютерная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; ПВС – патологический венозный сброс; САК – снижение артериального кровотока.

Получено: 07.10.2025

Одобрено: 31.10.2025

Опубликовано: 23.11.2025

■ Аннотация

Цель – определить распространенность васкулогенной эректильной дисфункции у мужчин разных возрастных групп по результатам УЗДГ сосудов полового члена.

Материал и методы. Выполнен ретроспективный анализ данных 167 мужчин за период 2018–2025 гг. Сформировано три группы: первая – молодой возраст (18–44 года); вторая – средний возраст (45–59 лет); третья – пожилой возраст (60–74 года). Пациентам выполнялась УЗДГ сосудов полового члена с введением препарата Каверджект.

Результаты. В первой группе анализ показал отсутствие эхографической патологии в 69 случаях, а в 8 случаях был диагностирован патологический венозный сброс. Во второй группе у 30 больных эхографических изменений выявлено не было, у 19 пациентов определялось снижение артериального кровотока различного генеза, у 4 определен патологический венозный сброс, а в 7 случаях имела комбинация снижения артериального кровотока с патологическим венозным сбросом. Остальные 11 пациентов имели различные сочетания снижения артериального кровотока, патологического венозного сброса. Пациентам третьей возрастной группы при наличии УЗ-показателей кровотока первых двух типов нарушения эректильной функции в стадии компенсации артериальной недостаточности и расспынным типом патологического венозного рефлюкса рекомендовано консервативное медикаментозное лечение, возможно, в комбинации с оперативным лечением; в стадии декомпенсации заболевания – оперативное лечение.

Выводы. Анализ характера, степени выраженности, продолжительности фармакологической эрекции и параметров регистрируемых при этом доплерометрических величин позволяет не только зафиксировать факт сосудистых нарушений, но и дифференцировать неорганическую и органическую ЭД, а также отличить артериальную недостаточность кровотока от патологического венозного сброса.

■ **Ключевые слова:** эректильная дисфункция, доплерография сосудов, фармакопроба, каверджект.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

THE ROLE OF ULTRASONIC PHARMACODOPPLEROGRAPHY OF THE PENILE VESSELS IN THE SELECTION OF TREATMENT FOR VASCULAR ERECTILE DYSFUNCTION

Dmitrii Yu. Rusakov^{1, 2}, Aleksei Yu. Trubin¹, Rumiya S. Nizamova¹, Ramilya D. Andreeva¹

¹Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

²Samara Diagnostic Center (Samara, Russian Federation)

Citation: Rusakov DYu, Trubin AYU, Nizamova RS, Andreeva RD. The role of ultrasonic pharmacodopplerography of the penile vessels in the selection of treatment for vascular erectile dysfunction. Aspirantskiy vestnik Povolzhya. 2025;25(4):XX-XX.

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP692317>

Information about authors

*Dmitrii Yu. Rusakov – MD, Cand. Sci. (Medicine), urologist; assistant of the Department of Urology.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8821-5599> E-mail: rusakov.du@samaradc.ru

Aleksei Yu. Trubin – MD, Cand. Sci. (Medicine), urologist; assistant of the Department of General pathology.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6401-9360> E-mail: alexey.trubin@uro-onco.ru

Rumiya S. Nizamova – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Urology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4452-8547>

E-mail: r.s.nizamova@samsmu.ru

Ramilya D. Andreeva – assistant of the Department of Urology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5385-7049> E-mail: r.d.andreeva@samsmu.ru

*Corresponding author

Received: 07.10.2025

Accepted: 31.10.2025

Published: 23.11.2025

Abstract

Aim – to determine the prevalence of vasculogenic erectile dysfunction in men of different age groups based on the results of ultrasound imaging of the penile vessels.

Material and methods. A retrospective analysis of the data of 167 men for the period from 2018–2025 was performed. Three groups were obtained: 1 – young age (18–44 years); 2 – middle age (45–59 years); 3 – elderly age (60–74 years). Patients underwent USDG of the penile vessels with the introduction of the drug Caverject.

Results. In the first group, the analysis showed no echographic pathology in 69 cases, and in 8 cases, pathological venous drainage was diagnosed. This indicates the prevalence of non-organic causes, such as hormonal, neurogenic, and psychogenic disorders. In the second group, 30 patients did not show any echographic changes, 19 patients had reduced arterial blood flow of various origins, 4 patients had pathological venous drainage, and 7 patients had a combination of reduced arterial blood flow and pathological venous drainage. The remaining 11 patients had various combinations of reduced arterial blood flow and pathological venous reflux. For patients in the third age group, with ultrasound indicators of blood flow in the first two types of erectile dysfunction in the stage of arterial insufficiency compensation and a scattered type of pathological venous reflux, conservative medical treatment is recommended, possibly in combination with surgical treatment.

Conclusion. Analysis of the nature, severity, and duration of pharmacological erections, as well as the parameters recorded by Doppler ultrasonography, allows not only to identify vascular disorders, but also to differentiate between non-organic and organic ED, as well as to distinguish between arterial blood flow deficiency and pathological venous outflow.

Keywords: erectile dysfunction, vascular dopplerography, pharmacoprevention, caverject.

Conflict of interest: *nothing to disclose.*

ВВЕДЕНИЕ

Эректильная дисфункция (ЭД) – устойчивая неспособность достигать и поддерживать эрекцию, достаточную для совершения полового акта [1]. Различают васкулогенный, нейрогенный, анатомический, гормональный, лекарственно обусловленный и психогенный типы ЭД [2]. Факторами риска васкулогенной ЭД являются гиперлипидемия, сахарный диабет, атеросклероз, курение, сосудистые заболевания [3]. По анализу результатов статистических исследований можно сделать вывод о том, что изучение заболеваемости ЭД представляет серьезную проблему в силу деликатности вопроса [1, 3]. Достоверных статистических данных о распространенности ЭД в большинстве стран мира нет. Анализу распространенности васкулогенной ЭД в различных возрастных группах посвящены единичные работы [4]. Согласно данным одного из масштабных исследований MMAS, в настоящее время до 52% мужчин в возрасте от 40 до 70 лет отмечают те или иные расстройства эрекции [3].

Наиболее распространенными методами лучевой диагностики васкулогенной ЭД в современной урологии являются ультразвуковое исследование с использованием доплерографии (УЗДГ) сосудов полового члена, кавернозография с использованием компьютерной томографии полового члена (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ).

ЦЕЛЬ

Определить распространенность васкулогенной ЭД у мужчин разных возрастных групп по результатам УЗДГ сосудов полового члена; уточнить роль ультразвуковой фармакодуплерографии сосудов полового члена в выборе метода лечения при васкулогенной ЭД.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выполнен ретроспективный анализ клинических данных 167 мужчин за период 2018–2025 гг. Все пациенты были направлены врачом урологом-андрологом на УЗДГ сосудов полового члена с диагнозом ЭД. Стандартное обследование включало сбор жалоб, выяснение анамнеза, сексуального статуса, оценку выраженности ЭД по шкале МИЭФ-5, исследование крови на глюкозу, липидный профиль, пролактин, тестостерон общий, ЛГ, ФСГ, ССГ, ТТГ (по показаниям). Возраст пациентов составил от 18 до 73 лет ($42,8 \pm 13,9$ года).

Для выяснения распространенности типов ЭД в зависимости от возраста все пациенты были разделены на три группы: первая группа – молодой возраст (18–44 года); вторая группа – средний возраст (45–59 лет); третья группа – пожилой возраст (60–74 года). Группы сформированы согласно классификации Всемирной организации здравоохранения (1969).

Триплексное сканирование сосудов полового члена выполнялось на УЗ-сканерах экспертного класса GE Voluson E6, GE Logiq E9, Samsung HS40. В качестве фармпрепарата использован алпростадил (Каверджект) в дозе 10 мкг интракавернозно. Отметим, что в одном случае (0,8%) эрекция после введения препарата длилась более 4 часов, купирование осуществлялось введением анальгетика и спазмолитика.

Оценивалась структура кавернозных тел и сосудов до и после введения препарата. Фиксировалось кровенаполнение кавернозных тел, аномалии строения сосудов, обследовался их просвет на наличие бляшек. Визуализировались следующие сосуды полового члена: кавернозные артерии,

глубокая дорсальная артерия и дорсальная вена. Измерения базовых параметров кровотока производили у основания полового члена под углом 45 градусов.

Определяли основные доплеровские показатели – максимальную систолическую скорость, конечную диастолическую скорость, индекс резистентности и пульсационный индекс. Мониторинг кровотока производился многократно на протяжении всех фаз развития эрекции, фиксировались временные отрезки наступления/ненаступления фаз эрекции.

Качество фармакологического ответа оценивалось по шестибалльной шкале Junemann [5]. Использование данной шкалы патогенетически обосновано, так как она более подробно отражает фазы развития эрекции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение типов ЭД в зависимости от возраста

В первую группу вошли 77 человек (46%; $M \pm SD = 35 \pm 4,6$), во вторую – 71 человек (42%; $M \pm SD = 52 \pm 6,5$), в третью – 19 человек (12%; $M \pm SD = 67 \pm 4,7$). Данные представлены в таблице 1. При сравнении распределений в первых двух группах определен уровень значимости $p = 0,32$, что свидетельствовало об отсутствии статистически значимых различий. Однако результаты анализа показали, что при сравнении распределения между группами 1 и 3, а также 2 и 3 имелись статистические различия ($p1-3 < 0,05$; $p2-3 < 0,05$). Такая неравномерная представленность возрастных категорий обусловлена большей обеспокоенностью качеством эректильной функции и более частой обращаемостью в первых двух группах.

Анализ заключений УЗДГ первой группы пациентов показал отсутствие эхографической патологии в 69 случаях (90%), а в 8 (10%) случаях был диагностирован патологический венозный сброс (ПВС). То есть в структуре УЗ-причин ЭД в данной группе пациентов преобладали неорганические. У таких пациентов следует исключать гормональные, нейрогенные и психогенные расстройства.

Таблица 1 / Table 1

Распределение типов ЭД в зависимости от возраста Distribution of ED types by age

	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Количество пациентов, n (уд. вес)	77 (46%)	71 (42%)	19 (12%)
Средний возраст пациентов, лет ($M \pm SD$)	$35 \pm 4,6$	$52 \pm 6,5$	$67 \pm 4,7$
УЗ-патологии нет, n (уд. вес)	69 (90%)	30 (42%)	-
УЗ-патология, n (уд. вес)	8 (10%)	41 (58%)	19 (100%)
Снижение артериального кровотока, n (уд. вес)	-	19 (27,5%)	14 (73%)
Патологический венозный сброс, n (уд. вес)	8 (10%)	4 (5%)	-
Комбинация САК и ПВС, n (уд. вес)	-	7 (10%)	2 (9%)
Сочетанные изменения, n (уд. вес)	-	11 (15,5%)	3 (18%)

Во второй группе распространенность патологии полового члена, приводящей к ЭД, была следующей: у 30 больных (42%) эхографических изменений выявлено не было, у 19 пациентов (27,5%) определялось снижение артериального кровотока различного генеза (САК), у 4 (5%) определен патологический венозный сброс, а в 7 случаях (10%) имелась комбинация снижения артериального кровотока с патологическим венозным сбросом. Остальные 11 пациентов (15,5%) имели различные сочетания снижения артериального кровотока, патологического венозного сброса с болезнью Пейрони и/или фиброзом кавернозных тел, в том числе на фоне сахарного диабета. В данной группе отмечалась большая распространенность органических причин ЭД с преобладанием васкулогенных расстройств. Данное обстоятельство диктует необходимость детального обследования сердечно-сосудистой системы у этих пациентов и оценки риска острой сосудистой катастрофы. В то же время значительный удельный вес пациентов второй группы без УЗ-признаков органической патологии требовал поиска иных причин ЭД.

У всех пациентов третьей группы были выявлены патологические изменения УЗ-картины. В 14 случаях (73%) установлено снижение артериального кровотока (на фоне присутствия факторов риска развития сосудистой патологии), в 2 случаях (9%) определена комбинация снижения артериального кровотока с патологическим венозным сбросом, а в 3 случаях (18%) – эхо-признаки различных сочетанных сосудистых нарушений на фоне сахарного диабета. В данной группе основной причиной ЭД были изменения сосудов полового члена на фоне сопутствующей патологии. Такие пациенты имеют высокий риск острой сосудистой катастрофы и требуют наблюдения профильными специалистами с целью компенсации коморбидных состояний. Кроме того, пациентам данной группы может быть показана хирургическая коррекция ЭД.

Характеристика типов васкулогенной ЭД с учетом данных УЗДГ

Анализ заключений УЗДГ в 1 группе пациентов показал преобладание компенсированных и субкомпенсированных форм васкулогенной ЭД по артериальному типу: низкий прирост пиковой систолической скорости кровотока менее 50%; увеличение времени прироста эректильной площади; RI в кавернозной артерии более 0,5; PI в кавернозной артерии более 0,6.

Такие изменения свидетельствовали о нарушении способности кавернозных артерий адекватно расширяться в ответ на вазоактивное воздействие. Причиной являются замедленная сосудистая реакция и нарушенная гемодинамика, что отражает компенсаторные или патологические изменения в кровотоке в процессе достижения эрекции [6]. Кроме того, значения индексов RI и PI указывали на повышенное сопротивление кровотоку вследствие снижения эластичности сосудистой стенки и/или компенсаторном спазме артерий полового члена [7]. Данный факт может указывать на наличие факторов сердечно-сосудистого риска.

Таким образом, пациентам первой возрастной группы следует рекомендовать консервативные методы лечения, направленные на снижение факторов риска развития ЭД, а именно: соблюдение режима труда и отдыха, коррекцию

уровня холестерина, сахара, коррекцию гипоандрогении, артериального давления, физиотерапевтическое лечение. Пациентам с декомпенсированной формой васкулогенной ЭД по артериальному типу обоснованно рекомендовать фаллопротезирование.

Во второй группе пациентов чаще регистрировались нарушения пенильного кровотока, характерные для венозного типа ЭД (при сохраненном артериальном притоке): расширение диаметра глубокой дорсальной вены более 3,5 мм; усиление венозного оттока по вене более 8 см/с; положительная нагрузочная проба Вальсальвы; конечная диастолическая скорость кровотока составила 2–10 см/с (в среднем 7 см/с); RI менее 0,8; PI менее 2 (в кавернозных артериях).

Приведенные изменения являются достоверным признаком нарушения венозной окклюзии, приводящего к венозной утечке, и является одной из основных причин веногенной ЭД. Вероятные причины заключаются в недостаточности венозного клапана и фиброзно-склеротических процессах в белочной оболочке сосудов [8, 9].

Таким образом, пациентам второй группы с венокорпоральным типом ЭД в стадии компенсации и субкомпенсации, с большей эффективностью может быть рекомендовано консервативное медикаментозное лечение, например, назначение ингибиторов ФДЭ-5, а также интракавернозных инъекций аллпростадилла. При наличии декомпенсации заболевания у пациентов с венокорпоральным типом васкулогенной ЭД показано оперативное лечение (радикальная перевязка всех венозных коллекторов, фаллопротезирование).

В третьей возрастной группе преобладал комбинированный вариант изменений пенильного кровотока при ЭД: низкий градиент прироста пиковой систолической скорости кровотока с патологическим венозным оттоком по глубокой дорсальной вене; низкий градиент прироста площади кавернозных тел менее 120%; RI более 0,6; PI более 0,6 (в кавернозных артериях).

Данные изменения значительно снижают эффективность эрекции и свидетельствует о комплексном сосудистом генезе ЭД. Нарушение расширения пещеристых тел и снижение кровенаполнения во время эрекции указывают на наличие сосудистой дисфункции, вызванной как артериальной, так и венозной недостаточностью, а также фиброзными изменениями белочной оболочки [10, 11]. Данные изменения отражают наличие генерализованной сердечно-сосудистой патологии, такой как атеросклероз сосудов, сахарный диабет и т.д.

Пациентам третьей возрастной группы при наличии УЗ-показателей кровотока первых двух типов нарушения

ЭД в стадии компенсации артериальной недостаточности и рассыпным типом патологического венозного рефлюкса рекомендовано консервативное медикаментозное лечение, возможно, в комбинации с оперативным лечением (редукция венозного оттока); в стадии декомпенсации заболевания – оперативное лечение.

Выводы

1. У пациентов репродуктивного возраста (первая группа) васкулогенная ЭД обусловлена в основном патологией венозного бассейна, у подавляющего числа обследованных пациентов (90%) сосудистая патология отсутствует, то есть ЭД вызвана другими причинами.

2. Во второй группе наблюдается практически равное соотношение не васкулогенных и васкулогенных типов ЭД, последний обусловлен патологией артерий, что приводит к снижению притока артериальной крови в кавернозные тела.

3. В третьей группе у всех пациентов выявлены эхографические признаки нарушений кровообращения, при этом васкулогенная ЭД представлена различным сочетанием нарушения артериального и венозного кровотоков на фоне сопутствующей системной патологии (атеросклероз, сахарный диабет).

4. В зависимости от возраста пациента, обратившегося по поводу эректильной дисфункции, необходимо оценивать соответствующие риски развития острой сосудистой катастрофы, назначать адекватное обследование не только в рамках имеющихся рисков, но и у профильных специалистов.

5. Триплексное УЗДГ сосудов полового члена является безопасным исследованием, имеет высокую чувствительность и специфичность при диагностике васкулогенной ЭД, не имеет противопоказаний и в современных условиях может применяться у всех пациентов с ЭД, то есть выполняться в качестве скринингового исследования.

6. Анализ характера, степени выраженности, продолжительности фармакологической эрекции и параметров регистрируемых при этом доплерометрических величин позволяет не только зафиксировать факт сосудистых нарушений, но и дифференцировать неорганическую и органическую ЭД, а также отличить артериальную недостаточность кровотока от патологического венозного сброса.

7. УЗДГ сосудов полового члена имеет высокую чувствительность и специфичность при диагностике васкулогенной ЭД, может выполняться в качестве скрининга, позволяет оценить параметры и степень нарушения пенильного кровотока и на основании этого патогенетически обоснованно выбрать тактику дальнейшего лечения пациента.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kyzlasov PS, Burdin KA, Khvorov VV, et al. Modern methods of diagnosis and treatment of erectile dysfunction. *Experimental and Clinical Urology*. 2024;17(4):68-75. [Кызласов П.С., Бурдин К.А., Хворов В.В., и др. Современные методы диагностики и лечения эректильной дисфункции. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2024;17(4):68-75]. DOI: 10.29188/2222-8543-2024-17-4-68-75
2. Shamloul R, Ghanem H. Erectile dysfunction. *Lancet*. 2013;381(9861):153-165. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60521-0
3. Johannes CB, Araujo AB, Feldman HA, et al. Incidence of erectile dysfunction in men 40 to 69 years old: longitudinal results from the Massachusetts Male Aging Study. *J Urol*. 2000;163(2):460-463. DOI: 10.1016/S0022-5347(05)67900-1

4. Yaman Ö, Öztürk U, Acar Ö, et al. Prevalence and Risk Factors of Erectile Dysfunction in Men Aged 40 and Above: A Population-Based Study in Turkey. *Andrologia*. 2017;49(5):e12731. DOI: [10.1111/and.12731](https://doi.org/10.1111/and.12731)
5. Junemann K-P, Persson-Junemann C, Alken P. Pathophysiology of erectile dysfunction. *Seminars in Urology*. 1990;8(2):80-93. PMID: [2191403](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2191403/)
6. Chen H, Li J, Wang X, et al. Associations between Erectile Dysfunction and Vascular Parameters: A Comprehensive Meta-Analysis. *World Journal of Men's Health*. 2024;42(1):112-125. DOI: [10.5534/wjmh.230192](https://doi.org/10.5534/wjmh.230192)
7. Özbek E, Tatli S, Kaptan H, et al. Vascular hemodynamic effects of penile revascularization surgery on erectile dysfunction: role of resistive index as an objective parameter. *Basic and Clinical Andrology*. 2024;34:45. DOI: [10.1186/s12610-024-00243-0](https://doi.org/10.1186/s12610-024-00243-0)
8. Varela CG, Yeguas LAM, Rodríguez IC, Vila MDD. Penile Doppler Ultrasound for Erectile Dysfunction: Technique and Interpretation. *AJR American Journal of Roentgenology*. 2020;214(1):111-122. DOI: [10.2214/AJR.19.22141](https://doi.org/10.2214/AJR.19.22141)
9. Chen L, Xu L, Wang J, et al. Diagnostic Accuracy of Different Criteria of Pharmaco-penile Duplex Sonography for Venous Erectile Dysfunction. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019;38(10):2739-2748. DOI: [10.1002/jum.14982](https://doi.org/10.1002/jum.14982)
10. Oliveira P, Dachille G, Guedes MC, et al. Penile Doppler ultrasonography revisited. *Ultrasonography*. 2017;37(1):16-24. DOI: [10.14366/usg.17022](https://doi.org/10.14366/usg.17022)
11. Dachille G, Cardo G, Erinnio M, et al. Penile Doppler ultrasound assessment of the cavernous arteries. *Arch Ital Urol Androl*. 2005;77(4):189-190. PMID: [16444929](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16444929/)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Русаков Д.Ю., Низамова Р.С.: разработка дизайна исследования. Трубин А.Ю.: сбор и анализ материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи. Андреева Р.Д.: техническое редактирование, оформление библиографии. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Rusakov D.Yu, Nizamova R.S.: development of the research design. Trubin A.Yu.: collection and analysis of material, review of publications on the topic of the article, writing of the manuscript text. Andreeva R.D.: technical editing, bibliographic design. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.