



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ  
ORIGINAL ARTICLES

Научная статья

УДК 617.77-007.271

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-37-42>

© Катаев М.Г., Трофимова И.Ю., Захарова М.А., Горбачева О.А., 2024

## Анализ разнообразия формы внутреннего угла глаза у пациентов с синдромом блефарофимоза с использованием метода геометрической морфометрии

М.Г. Катаев<sup>1</sup>, И.Ю. Трофимова<sup>1</sup>, М.А. Захарова<sup>1</sup>, О.А. Горбачева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup>ООО «Скандинавский Центр Здоровья», Москва, Россия

### РЕФЕРАТ

Синдром блефарофимоза (пальпебральный синдром) – спорадическое или наследственное генетическое заболевание, проявляющееся преимущественно изменениями век в виде блефарофимоза,птоза верхнего века, обратного эпикантуса и телекантуса. Клиника синдрома не ограничивается указанными проявлениями. Отсутствие в литературе данных о типах строения и особенностях внутреннего угла глаза у пациентов с пальпебральным синдромом, а также рекомендаций по коррекции этого состояния послужили поводом для проведения исследования. **Цель.** Анализ разнообразия и разработка классификации форм внутреннего угла глаза с использованием метода геометрической морфометрии для последующего усовершенствования тактики лечения пациентов с пальпебральным синдромом и создания дифференцированного хирургического подхода. **Материал и методы.** Анализ форм внутреннего угла проводился на основе фронтальных фотографий пациентов. Съемка проводилась при дневном освещении с помощью цифрового фотоаппарата с одного и того же расстояния и ракурса. Всего было проанализировано 40 фотографий пациентов с пальпебральным синдромом и 20 случайно отобранных фотографий пациентов без него. Для проведения анализа был применен метод геометрической морфометрии. **Результаты.** По результатам анализа методом главных компонент «РСА» был получен график с двумя осями и множеством точек-маркеров, каждая из которых обозначает внутренний угол глаза каждого отдельного пациента. Все исследуемые случаи были разделены на 4 четко отграниченных множества: одно множество соответствует группе углов у пациентов без пальпебрального синдрома, 3 множества – пациентам с пальпебральным синдромом. **Заключение.** Статистический анализ позволил выделить 3 значимо отличающиеся друг от друга формы внутренних углов глаза при пальпебральном синдроме, а также показал значимые отличия форм внутренних углов у пациентов с синдромом блефарофимоза по сравнению с пациентами без этого синдрома. Полученные результаты открывают новые возможности и могут стать основой для разработки дифференцированного подхода к лечению таких пациентов.

**Ключевые слова:** синдром блефарофимоза, пальпебральный синдром, медиальный угол глаза, внутренний угол глаза, форма внутреннего угла, геометрическая морфометрия

**Для цитирования:** Катаев М.Г., Трофимова И.Ю., Захарова М.А., Горбачева О.А. Анализ разнообразия формы внутреннего угла глаза у пациентов с синдромом блефарофимоза с использованием метода геометрической морфометрии. Точка зрения. Восток – Запад. 2024;11(4): 37–42. DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-37-42>

**Автор, ответственный за переписку:** Ирина Юрьевна Трофимова, [mntk10@mail.ru](mailto:mntk10@mail.ru)

Original article

## Analysis of the diversity of the shape of the medial angle of the eye in patients with blepharophimosis syndrome using the method of geometric morphometry

M.G. Kataev<sup>1</sup>, I.Yu. Trofimova<sup>1</sup>, M.A. Zakharova<sup>1</sup>, O.A. Gorbacheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>S.N. Fedorov NMRC «MNTK «Eye Microsurgery» Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Scandinavian Health Center, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

Blepharophimosis syndrome (palpebral syndrome) is a sporadic or hereditary genetic disease, manifested mainly by changes in the eyelids in the form of blepharophimosis, ptosis of the upper eyelid, reverse epicanthus and telecanthus. The clinic of the syndrome is not limited to the above manifestations. The lack of data in the literature on the types of structure and features of the medial eye angle in patients with BPES syndrome, as well as recommendations for the correction of this syndrome, prompted the study. **Purpose.** Analysis of the diversity and development of classification of the forms of the medial eye angle using the method of geometric morphometry for the subsequent improvement of treatment tactics for patients with BPES syndrome and creation of a differentiated surgical approach. **Material and methods.** Medial angle shapes were analyzed on the basis of frontal photographs of patients. The photographs were taken in daylight using a digital camera

from the same distance and angle. A total of 40 photographs of patients with BPES syndrome and 20 randomly selected photographs of patients without it were analyzed. The method of geometric morphometry was used to perform the analysis.

**Results.** Based on the results of the analysis by the PCA principal component method, a graph with two axes and a set of marker points was obtained, each of which indicates the medial corner of each individual patient. All the studied cases can be divided into 4 clearly delimited sets: one set corresponds to a group of angles in patients without BPES syndrome, three sets correspond to patients with BPES syndrome. **Conclusion.** Statistical analysis allowed us to identify three significantly different forms of medial angles in BPES syndrome, and also showed significant differences in the forms of medial angles in patients with BPES syndrome compared to patients without this syndrome. The obtained results open new possibilities and may become the basis for the development of a differentiated approach to the treatment of such patients.

**Key words:** blepharophimosis syndrome, palpebral syndrome, medial angle of the eye, inner angle of the eye, geometric morphometry

**For quoting:** Kataev M.G., Trofimova I.Yu., Zakharova M.A., Gorbacheva O.A. Analysis of the diversity of the shape of the medial angle of the eye in patients with blepharophimosis syndrome using the method of geometric morphometry. Point of view. East – West. 2024;11(4): 37–42. DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-37-42>

**Corresponding author:** Irina Yu. Trofimova, [mntk10@mail.ru](mailto:mntk10@mail.ru)

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Пальпебральный синдром (синдром блефарофимоза, BPES) – это спорадическое или наследственное генетическое заболевание, которое имеет аутосомно-доминантный тип наследования и проявляется преимущественно изменениями век в виде птоза, блефарофимоза, обратного эпикантуса и телекантуса [1–3].

Обратный эпикантус описывается как кожная складка, идущая от нижнего века к внутреннему углу глаза, без уточнения деталей строения эпикантальной складки и степени ее выраженности. Телекантус характеризуется увеличенным расстоянием между внутренними спайками при нормальном межзрачковом расстоянии. На коррекцию этих проявлений пальпебрального синдрома на-

правлено множество методик [4–10]. При этом ни в одной из публикаций не уделено внимания сопутствующим изменениям внутреннего угла глаза у таких пациентов.

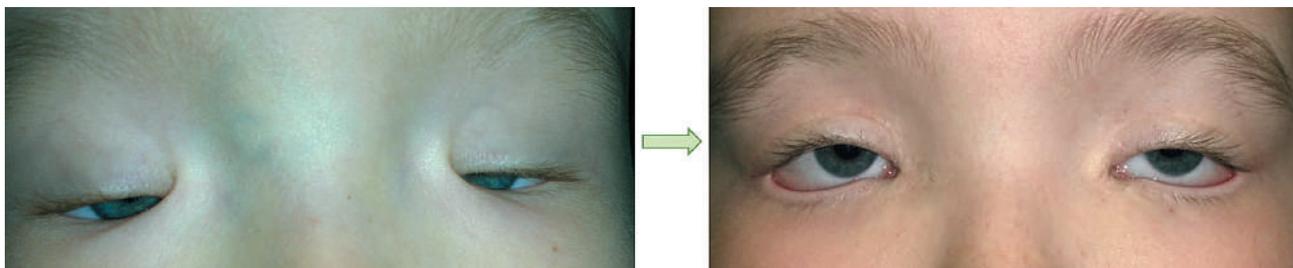
До выполнения эпикантопластики по любой из существующих методик внутренний угол прикрыт эпикантальной складкой, и изменение его формы становится очевидным только после проведения операции. Внутренний угол расширен и может иметь различную конфигурацию у разных пациентов (рис. 1). Это обуславливает неудовлетворенность проведенным хирургическим лечением, недостаточный эстетический результат, даже при полном устранении эпикантуса и отсутствии заметных рубцов (рис. 2).

Учитывая отсутствие в литературе данных об особенностях внутреннего угла глаза при блефарофимозе и, соответственно, методов и критериев его оценки, а также



Рис. 1. Разнообразие форм внутреннего угла при пальпебральном синдроме

Fig. 1. Variety of medial angle shapes in BPES syndrome



**Рис. 2.** Визуализация измененного внутреннего угла после выполнения эпикантопластики

**Fig. 2.** Visualization of the medial angle after epicanthoplasty

рекомендаций по коррекции данного проявления синдрома, проведение исследования в этом направлении является актуальной задачей.

### ЦЕЛЬ

Анализ разнообразия и разработка классификации форм внутреннего угла глаза с использованием метода геометрической морфометрии для последующего усовершенствования тактики лечения пациентов с пальпебральным синдромом и создания дифференцированного хирургического подхода.

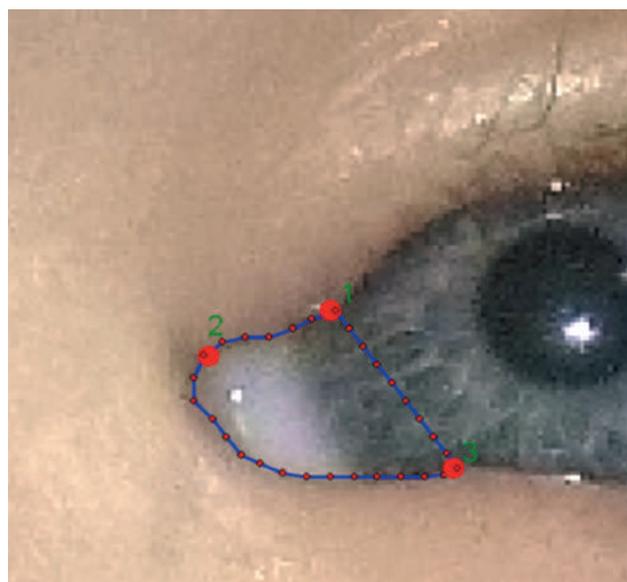
### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ форм внутреннего угла глаза проводился на основе фронтальных фотографий пациентов, обратившихся в отдел реконструктивно-восстановительной окулопластики ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» в период с 2020 по 2023 г. Съемка проводилась при дневном освещении с помощью цифрового фотоаппарата с одного и того же расстояния и ракурса. Всего было проанализировано 40 фотографий пациентов с пальпебральным синдромом и 20 случайно отобранных фотографий пациентов без пальпебрального синдрома для сравнения с основной группой.

Для проведения анализа был применен метод геометрической морфометрии, созданный для устранения недостатков классической морфометрии, которая учитывает линейные и объемные методы измерения, но не дает представления о геометрии и конфигурации изучаемых объектов [11].

Суть геометрической морфометрии заключается в оценке и описании формы объектов на основе специальных меток и полуметок, имеющих координаты в двухмерном или трехмерном пространстве. Метод позволяет сравнивать морфологию объектов, а также их классифицировать [12]. Он уже нашел широкое применение в археологии, палеонтологии, биологии и медицине, а в последние годы появились исследования и в области офтальмологии [13, 14].

При помощи специализированной программы tpsDig все исследуемые фотографии преобразовывались в еди-

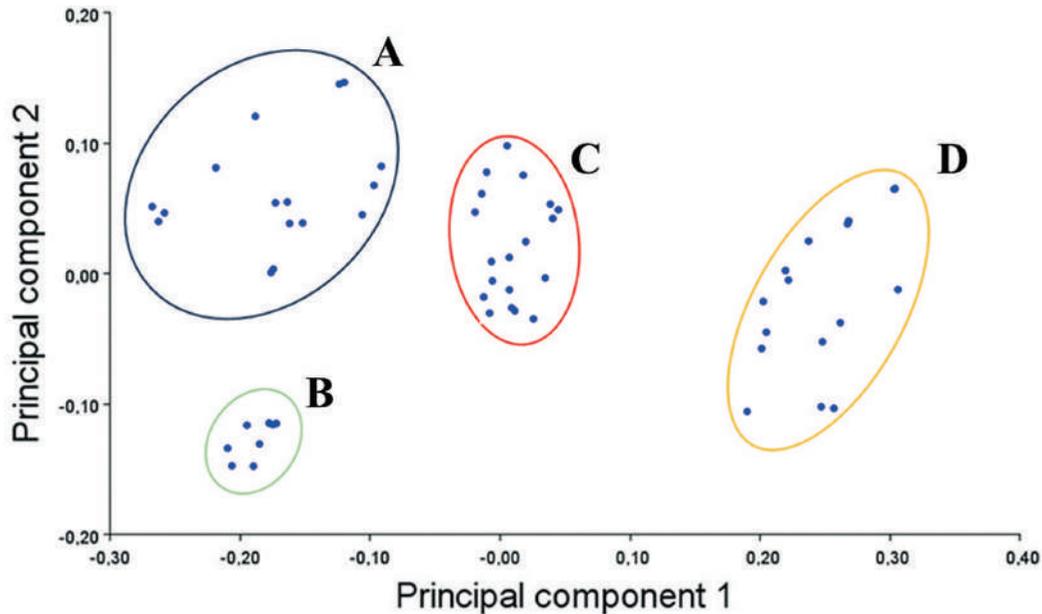


**Рис. 3.** Разметка фотографии внутреннего угла ландмарками и полуландмарками в программе tpsDig2

**Fig. 3.** Marking a photo of the medial angle with landmarks and semilandmarks in the tpsDig2 program

ный файл TPS, который затем переносили в программу tpsDig2 [15]. Здесь были расставлены метки-ландмарки и полуландмарки, максимально характеризующие форму внутреннего угла глаза. Три узловых метки-ландмарки проставлялись в области верхней и нижней слезных точек, а также в вершине угла. По контуру внутреннего угла между ландмарками наносились вспомогательные метки – полуландмарки в количестве 30 штук на равном расстоянии друг друга для более детального отображения формы угла (рис. 3).

Последующий анализ данных проводился в компьютерной программе MorphoJ [16]. После загрузки в программу TPS файла с координатами выполнено Прокрустово выравнивание. Данный инструмент позволяет усреднить положение координат точек, которое необходимо для исключения влияния различий в размерах объектов на получаемые результаты. Создание про-



**Рис. 4.** Результаты анализа форм внутреннего угла методом главных компонент «PCA» с визуализацией расположения на графике сформированных групп

**Fig. 4.** Results of the analysis of the medial angle shapes by the principal component analysis method «PCA» with visualization of the location on the graph of the formed groups

крустовых выравниваний данных выбиралось в разделе «Preliminaries» программы MorphoJ.

Затем выполняли статистический анализ данных методом главных компонент «PCA». Он является одним из основных способов сопоставить размерность данных с потерей минимума информации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Это первое исследование, посвященное описанию особенностей и оценке формы внутреннего угла глаза при синдроме блефарофимоза.

По результатам «PCA» анализа был получен график с двумя осями и множеством точек-маркеров, каждая из которых обозначает внутренний угол каждого отдельного пациента (рис. 4). Горизонтальная ось отражает отличия по первой главной компоненте, вертикальная – по второй. Первая главная компонента (PC1) выявила 82,21% изменчивости конфигураций рассмотренных внутренних углов, вторая (PC2) – 12,75%. Суммарный процент вариации по двум главным компонентам составил 94,96%. Это означает, что эти две компоненты практически полностью захватывают основную информацию и вариативность форм внутренних углов глаз пациентов.

На представленном графике все исследуемые случаи могут быть разделены на 4 четко отграниченных множества на основании плотности скопления обозначающих их точек-маркеров. Если рассмотреть конкретные формы, которые вошли в состав этих групп, то выяснится следующее:

Группа «А» включает в себя внутренние углы пациентов с острой, завышенной вершиной угла и наклонным внутренним контуром. Такие углы получили название ромбовидных.

Группа «В» включает в себя изображения внутренних углов с вертикальным внутренним контуром и отсутствием одной ярко выраженной вершины. Данная группа углов была охарактеризована как квадратные.

В группу «С» вошли изображения внутренних углов пациентов без синдрома блефарофимоза, что доказывает их значимое отличие от других групп.

Группа «D» включает в себя внутренние углы без ярко выраженной вершины с плавным, закругленным контуром. Соответственно визуальной форме, такие углы получили название округлых.

Внешний вид пациентов с синдромом блефарофимоза, вошедших по результатам анализа в группы А, В и D представлен на рисунке 5.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистический анализ форм внутренних углов глаз у пациентов с синдромом блефарофимоза с использованием методов геометрической морфометрии позволил выделить 3 значимо отличающиеся друг от друга формы внутренних углов при пальпебральном синдроме. Он также показал значимые отличия форм внутренних углов глаз у пациентов с синдромом блефарофимоза в сравнении с пациентами без этого синдрома.



Рис. 5. Группы внутренних углов по форме, полученные методом геометрической морфометрии

Fig. 5. Shape groups of medial angles obtained by geometric morphometry

Полученные результаты открывают новые возможности для оценки клинического состояния пациентов с пальпебральным синдромом и могут стать основой для разработки дифференцированного подхода к их лечению.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Катаев М.Г., Филатова И.А. Пальпебральный синдром: Пособие для врачей. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца, 2000: 6. [Kataev MG, Filatova IA. Palpebral syndrome: Manual for doctors. Moscow: Helmholtz Scientific Research Institute. 2000: 6. (In Russ.)]
2. Захарова Т.А., Коротких С.А. Одноэтапный способ хирургического лечения пальпебрального синдрома у детей. Системная интеграция в здравоохранении. 2013;3(21): 26–30. [Zakharova TA, Korotkikh SA. One-stage method of surgical treatment of palpebral syndrome in children. Systemic integration in health care. 2013;3(21): 26–30. (In Russ.)]
3. Decock CE, Claerhout I, Leroy BP, et al. Correction of the lower eyelid malpositioning in the blepharophimosis-ptosis-epicanthus inversus syndrome. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2011;27(5): 368–370. doi: 10.1097/IOP.0b013e31821b6c58
4. Tyers AG. The blepharophimosis-ptosis-epicanthus inversus syndrome (BPES). *Orbit*. 2011 Oct;30(5): 199–201. doi: 10.3109/01676830.2010.547266
5. Sebastia R, Herzog Neto G, Fallico E, et al. A one-stage correction of the blepharophimosis syndrome using a standard combination of surgical techniques. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2011;35(5): 820–827. doi: 10.1007/s00266-011-9702-3
6. Parvizi S, Ong J, Abou Rayyah Y, Dunaway D. A Novel Medial Canthal Reconstruction Technique in Children With Blepharophimosis Syndrome. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*. 2019;35(5): 506–508. doi: 10.1097/IOP.0000000000001390
7. Beckingsale PS, Sullivan TJ, Wong VA, Oley C. Blepharophimosis: a recommendation for early surgery in patients with severe ptosis. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2003;31(2): 138–142. doi: 10.1046/j.1442-9071.2003.00621.x
8. Li H, Li D, Jie Y, Qin Y. Multistage correction of blepharophimosis: our rationale for 18 cases. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2009;33(4): 576–581. doi: 10.1007/s00266-009-9313-4
9. Sa HS, Lee JH, Woo KI, Kim YD. A new method of medial epicanthoplasty for patients with blepharophimosis-ptosis-epicanthus inversus syndrome. *Ophthalmology*. 2012;119(11): 2402–2407. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.05.037
10. Mandal SK, Mandal A, Fleming JC, et al. Surgical Outcome of Epicanthus and Telecanthus Correction by Double Z-Plasty and Trans-Nasal Fixation with Prolene Suture in Blepharophimosis Syndrome. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017;11(3): 5–8. doi: 10.7860/JCDR/2017/25651.9496
11. Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии. Журнал общей биологии. 2002;63(6): 473–493. [Pavlinov IYa, Mikeshina NG. Principles and Methods of Geometric Morphometrics. *Zhurnal obscheii biologii* 2002;63(6): 473–493. (In Russ.)]
12. Васильев А.Г., Васильева И.А., Шкурихин А.О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 471 с. [Vasiliev AG, Vasilieva IA, Shkurikhin AO. Geometric morphometry: from theory to practice: monograph. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2018, 471 p. (In Russ.)]
13. Miyagi S, Oishi A, Tsuiki E, Kitaoka T. Geometric Morphometrics Can Predict Postoperative Visual Acuity Changes in Patients With Epiretinal Membrane: A Retrospective Study. *Transl Vis Sci Technol*. 2023 Jan 3;12(1): 24. doi: 10.1167/tvst.12.1.24
14. Boniao EL, Torres MA, Bothra N, et al. Geometric morphometric anatomy of the lacrimal punctum in normal population: Punctum update (PUP) study – Paper 5. *Ann Anat*. 2024 Aug;255: 152274. doi: 10.1016/j.aanat.2024.152274
15. Rohlf FJ. The tps series of software. *Hystrix It J. Mamm*. 2015;26(1): 9–12. doi: 10.4404/hystrix26.1-11264
16. Klingenberg CP, Morpho J. An integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*. 2010;11(2): 353–357. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x

#### Информация об авторах

**Катаев Михаил Германович** – д.м.н., профессор, заведующий отделом реконструктивно-восстановительной окулопластики ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, mkataev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3038-7918>

**Трофимова Ирина Юрьевна** – врач-офтальмолог приемного отделения стационара, очный аспирант отдела реконструктивно-восстановительной окулопластики ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, mntk10@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1707-9454>

**Захарова Мария Андреевна** – к.м.н., научный сотрудник отдела реконструктивно-восстановительной окулопластики ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России, orphalmus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2640-0438>

**Горбачева Ольга Анатольевна** – к.м.н., врач-офтальмолог ООО «Скандинавский Центр Здоровья», Москва, ogorbacheva72@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-7715-2322>

#### Information about the authors

**Mikhail G. Kataev** – MD, professor, head of the Department of Reconstructive and Plastic Surgery S.N. Fedorov NMRC «MNTK «Eye Microsurgery» Federal State Institution, mkataev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3038-7918>

**Irina Yu. Trofimova** – ophthalmologist, post-graduate of the department of reconstructive and plastic surgery S.N. Fedorov NMRC «MNTK «Eye Microsurgery» Federal State Institution, mntk10@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1707-9454>

**Maria A. Zakharova** – PhD, researcher of the Department of Reconstructive and Plastic Surgery S.N. Fedorov NMRC «MNTK «Eye Microsurgery» Federal State Institution, orphalmus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2640-0438>

**Olga A. Gorbacheva** – PhD, ophthalmologist «Scandinavian Health Center», Moscow, ogorbacheva72@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-7715-2322>

#### Вклад авторов в работу:

**Катаев М.Г.** – научное редактирование, существенный вклад в концепцию и дизайн работы, окончательное утверждение текста.

**Трофимова И.Ю.** – сбор, анализ и обработка материала, существенный вклад в концепцию и дизайн работы, написание текста, подготовка иллюстраций.

**Захарова М.А.** – существенный вклад в концепцию и дизайн работы, научное редактирование.

**Горбачева О.А.** – существенный вклад в концепцию и дизайн работы, научное редактирование.

#### Author's contribution:

**Kataev M.G.** – editing, significant contribution to the concept and design of the work, final approval of the text

**Trofimova I.Yu.** – collection, analysis and processing of material, significant contribution to the concept and design of the work, writing the text, preparation of illustrations.

**Zakharova M.A.** – significant contribution to the concept and design of the work, editing.

**Gorbacheva O.A.** – significant contribution to the concept and design of the work, editing.

**Финансирование:** Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторе.

**Funding:** The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial, or non-profit sector.

**Авторство:** Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ICMJE.

**Authorship:** All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria.

**Согласие пациента на публикацию:** Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

**Patient consent for publication:** No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

**Конфликт интересов:** Отсутствует.

**Conflicts of interests:** There is no conflict of interest.

*Поступила: 18.09.2024*

*Переработана: 27.09.2024*

*Принята к печати: 30.09.2024*

*Originally received: 18.09.2024*

*Final revision: 27.09.2024*

*Accepted: 30.09.2024*