

ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ СОСУДОВ ПОЛОСТИ НОСА. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

А.Р. Кормилина^{1,2}, М.Г. Тухбатуллин^{1*}, Д.В. Пасынков³

¹ Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань

² ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан, Казань

³ ГБУ «Республиканский онкологический диспансер Республики Марий Эл» Минздрава Республики Марий Эл, Йошкар-Ола

DUPLEX SCANNING OF THE NASAL VESSELS. FEATURES OF PROCEDURE PERFORMANCE AND INTERPRETATION OF OUTCOMES

A.R. Kormilina^{1,2}, M.G. Tukhbatullin^{1*}, D.V. Pasyнков³

¹ Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuing Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russia

² Republican Clinical Hospital of Ministry Health of Tatarstan Republic, Kazan, Russia

³ Oncology Dispensary of Mari El Republic of Ministry Health of Mari El Republic, Yoshkar-Ola, Russia

*E-mail: munir.tukhbatullin@tatar.ru

Аннотация

Цель исследования – оценить возможности ультразвукового исследования (УЗИ) сосудов полости носа. **Материалы и методы.** Выполнены УЗИ полости носа в режиме цветового дуплексного сканирования (ЦДС) у 56 здоровых субъектов в возрасте от 18 до 62 лет с использованием линейных и секторно-фазированных датчиков частотой 5–20 МГц и 1–5 МГц соответственно. **Результаты.** Наиболее доступными для УЗИ оказались сосуды в средней и нижней трети полости и перегородки носа (ПН). Для исследования сосудов в вышерасположенных отделах полости носа (передняя и задняя решетчатые артерии, ветви клиновидно-небной артерии) сканирование сосудов проводили через костные швы (лобно-носовой, лобно-верхнечелюстной, носо-верхнечелюстной). **Заключение.** УЗИ сосудов полости носа с применением режима ЦДС, являясь информативным и безопасным методом исследования, способствует детальному изучению параметров кровотока в артериальных сосудах не только в нижних и средних отделах полости носа, а также в отделах, лежащих выше хрящевого отдела ПН.

Ключевые слова: сосуды полости носа, цветовое дуплексное сканирование.

Abstract

Purpose. To assess the effectiveness of ultrasound examination of nasal vessels. **Materials and methods.** Ultrasound examination of the nasal cavity by the color duplex scanning was performed in 56 healthy subjects, aged 18–62 years, with linear and sector-phased sensors having frequency 5–20 MHz and 1–5 MHz, respectively. **Results.** The most achievable vessels for ultrasound examination were located in the middle and lower third of the nasal cavity and in the septum. Vessels in the upper parts of the nasal cavity (anterior and posterior ethmoid arteries, branches of the sphenoid palatine artery) were scanned through bone sutures (frontal-nasal, frontal-maxillary, naso-maxillary). **Conclusion.** Ultrasound of the nasal vessels with color duplex scanning is an informative and safe technique which provides a detailed examination of blood flow in the arterial vessels not only in the lower and middle parts of the nasal cavity, but also in parts lying above the cartilaginous part of the nasal septum.

Keywords: vessels, nasal cavity, color duplex scanning.

Ссылка для цитирования: Кормилина А.Р., Тухбатуллин М.Г., Пасынков Д.В. Дуплексное сканирование сосудов полости носа. Особенности проведения и интерпретация результатов. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2026; 1: 20–24.

Введение

Носовая полость обладает сложной системой кровоснабжения, включающей четыре основные артерии, каждая из которых выполняет важную функцию в питании различных областей носа. Клиновидно-небная артерия проникает в носовую полость через клиновидно-небное отверстие на боковой стенке носа. Достигнув полости, она разветвляется на две ветви, снабжающие кровью заднелатеральные участки и перегородки носа (ПН). Передняя и задняя решетчатые артерии, отходящие от глазничной артерии, обеспечивают

кровоснабжение верхних и боковых отделов носовой полости, верхней носовой раковины и верхней части перегородки. Нисходящая небная артерия берет начало от верхнечелюстной артерии и направляется вниз через большой небный канал. Проходя через большое небное отверстие, она становится большой небной артерией, кровоснабжающей твердое небо через резцовый канал. Достигнув ПН и нижней трети носовой полости, артерия соединяется с клиновидно-небной артерией. Верхняя губная артерия, ответвляющаяся от лицевой артерии, обеспечивает кровоснабжение передних

отделов носовой полости, включая перегородку и боковую стенку. Эта разветвленная сеть артерий, каждая из которых выполняет свою уникальную функцию, гарантирует адекватное кровоснабжение всех структур носа, что является критически важным для их нормального функционирования. Наиболее сложными для ультразвукового исследования (УЗИ) являются артериальные сосуды, которые расположены выше хрящевого отдела, то есть ветви клиновидно-небной артерии, передняя и задняя решетчатые артерии [1]. В нижней трети носа, а также на перегородке и боковых стенках образуется сосудистое сплетение, которое формируется в результате разветвления артерий и образования анастомозов [2]. Функционирование этого сплетения напрямую связано с состоянием сосудов, расположенных выше (рис. 1).

Сосуды в зоне анастомозов характеризуются наличием тонкой сосудистой стенки, покрытой слизистой оболочкой полости носа. Современные морфофункциональные исследования расширили понимание механизмов кровоснабжения полости носа. В частности, была выявлена хорошо развитая капиллярная сеть, достигающая подэпителиального слоя. Электронно-микроскопическое исследование продемонстрировало корреляцию между строением эндотелия капилляров в различных зонах микроциркуляторного русла и функциональными особенностями соответствующих участков слизистой оболочки [3, 4]. Функциональные методы исследования кровоснабжения полости носа остаются недостаточно совершенными, что затрудняет комплексную оценку его состояния. Известные способы изучения кровоснабжения полости носа несовершенны и лишь частично отражают параметры сосудов [5, 6].

Материалы и методы

Выполнены УЗИ полости носа в режиме цветового дуплексного сканирования (ЦДС) у 56 здоровых субъектов в возрасте от 18 до 62 лет, с использованием линейных и секторно-фазированных датчиков частотой 5–20 МГц и 1–5 МГц соответственно, согласно общепринятым правилам [7]. Исследования проводили на базе ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан в 2023–2025 гг. Протокол исследования согласован локальным этическим комитетом. У всех обследуемых получено информированное согласие на участие в исследовании. Исследование соответствует этическим стандартам Хельсинкской декларации.

При исследовании вышележащих сосудов полости носа и ПН сканирование проводили через кожу и костные швы в лобно-носовой, лобно-верхнечелюстной, носов-верхнечелюстной областях справа и слева. Верхняя решетчатая артерия была доступна через лобно-носовую и лобно-верхнечелюстную швы, задняя решетчатая артерия лучше визуализировалась через лобно-верхнечелюстную шов, а ветви клиновидно-небной артерии – через носов-верхнечелюстную шов. При дуплексном сканировании определяли максимальную линейную скорость кровотока (V_{max}) в см/с и индекс резистентности (Ri) в единицах.

Оценку нормальности распределения выборок выполняли с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Поскольку все выборки имели ненормальное распределение, в качестве параметров описательной

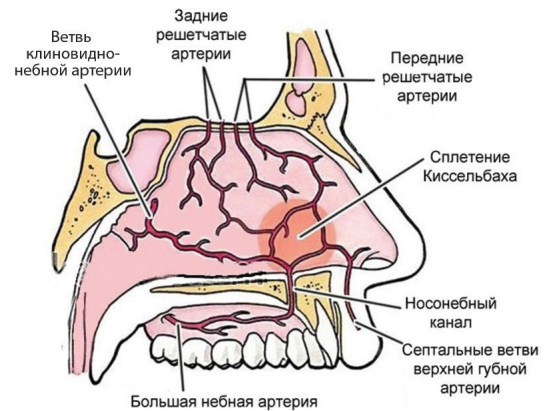


Рис. 1. Схема кровоснабжения полости носа

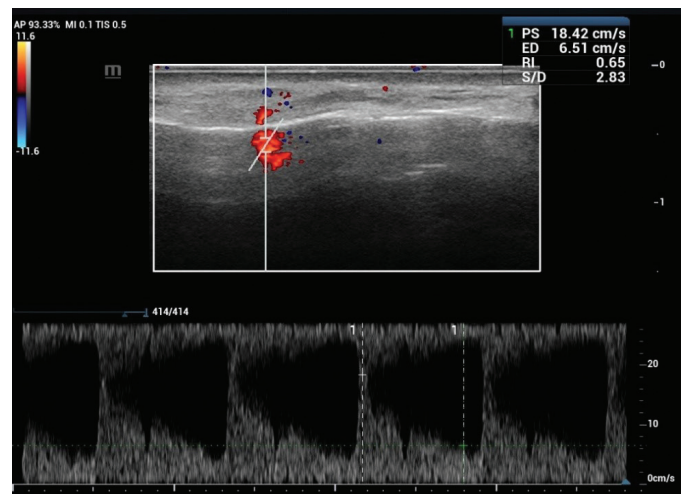


Рис. 2. Эхограмма в режиме ЦДС. Ветвь передней решетчатой артерии

статистики рассчитывали медиану и размах вариации. Оценку достоверности различия показателей в связанных выборках осуществляли с помощью критерия Уилкоксона для связанных выборок. Различие считали достоверным при получении значений $p < 0.05$. Все статистические анализы выполняли в программном пакете SPSS 13.0.

Результаты и обсуждение

Наиболее доступными (в 100% случаев) для УЗИ оказались сосуды в средней и нижней третях полости и ПН. При исследовании параметров кровотока в артериальных сосудах все переменные имели ненормальное распределение. Не было продемонстрировано достоверного различия значений V_{max} справа и слева ($p = 0.103$; медиана – 26.00 см/с; размах вариации – 14.0–38.0 см/с). Аналогичные результаты были получены для Ri ($p = 0.982$; медиана – 0.565; размах вариации – 0.35–0.69). Однако значения V_{min} справа были достоверно меньше, чем слева – 11.000 [7.000–17.000]) и 11.000 [9.000–17.000] см/с соответственно, $p = 0.041$.

Ветви передней решетчатой артерии были доступны для сканирования в 96.4% случаев (рис. 2).

Все переменные имели ненормальное распределение. Не было продемонстрировано достоверного различия значений V_{max} справа и слева ($p = 0.160$; медиана – 20.00 см/с; размах вариации – 12.0–29.0 см/с). Однако значения V_{min} справа (медиана – 9.00 см/с; размах

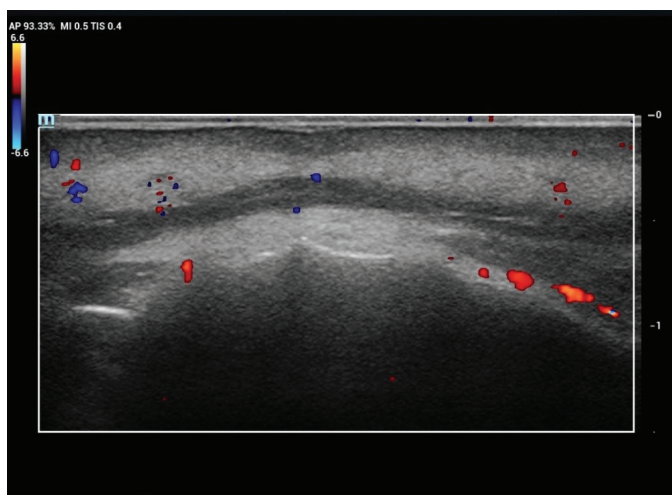


Рис. 3. Эхограмма в режиме ЦДС. Клиновидно-небная артерия у основания полости носа с правой стороны

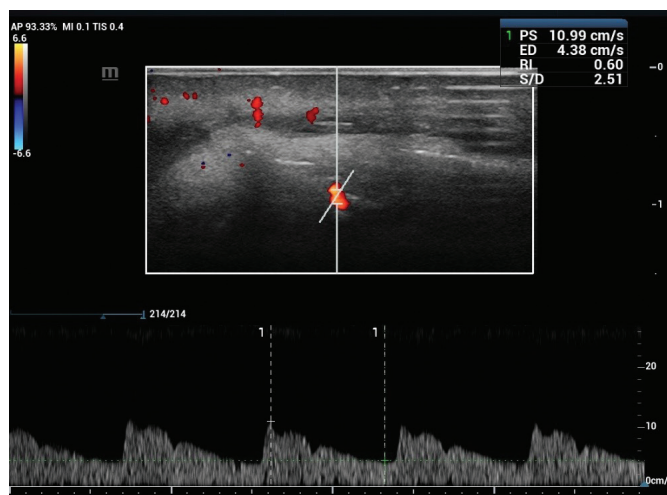


Рис. 4. Эхограмма в режиме ЦДС. Верхняя губная артерия у места вхождения в полость носа

Таблица 1

Результаты попарных сравнений показателей V_{max} сосудов полости носа

| Артерии | БНА | ВГА | АС | ПРА | ЗРА П | ЗРА Л |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| БНА | – | – | – | – | – | – |
| ВГА | < 0.001 | – | – | – | – | – |
| АС | < 0.001 | < 0.001 | – | – | – | – |
| ПРА | < 0.001 | < 0.001 | < 0.001 | – | – | – |
| ЗРА П | < 0.001 | < 0.001 | 0.002 | 0.862 | – | – |
| ЗРА Л | < 0.001 | < 0.001 | 0.43 | 0.057 | – | – |
| КНА | < 0.001 | < 0.001 | 0.002 | < 0.001 | < 0.001 | < 0.001 |

Примечание. Здесь и в таблицах 2, 3: БНА – большая небная артерия; ВГА – верхняя губная артерия; АС – артерия сплетения перегородки носа (П – справа, Л – слева); ПРА – передняя решетчатая артерия; ЗРА – задняя решетчатая артерия, КНА – клиновидно-небная артерия.

вариации – 6.00–14.00 см/с) были достоверно меньше таковых слева (медиана – 11.00 см/с; размах вариации – 7.00–13.00 см/с; $p = 0.002$). Аналогичная зависимость отмечалась и для значений Ri ($p = 0.015$; справа: медиана – 0.54, размах вариации – 0.29–0.66; слева: медиана – 0.50, размах вариации – 0.31–0.58).

В рамках проведенного исследования, в 92.8% случаев были успешно визуализированы ветви задней решетчатой артерии посредством ЦДС. Все переменные имели ненормальное распределение. Значения всех параметров справа и слева достоверно различались. Значения V_{max} справа (медиана – 19.00 см/с; размах вариации – 16.00–27.00 см/с) были достоверно меньше таковых слева (медиана – 21.00 см/с; размах вариации – 16.00–27.00 см/с; $p = 0.012$). Аналогичные зависимости отмечались и для значений V_{min} ($p = 0.001$; справа: медиана – 10.00 см/с, размах вариации – 7.00–12.00 см/с; слева: медиана – 11.00 см/с, размах вариации – 7.00–14.00 см/с) и Ri ($p = 0.041$; справа: медиана – 0.52, размах вариации – 0.33–0.59; слева: медиана – 0.49, размах вариации – 0.35–0.63).

Ветви клиновидно-небной артерии в режиме ЦДС визуализировались в 100% случаев (рис. 3). Все переменные имели ненормальное распределение. Не было продемонстрировано достоверного различия значений V_{max} справа и слева ($p = 0.516$; медиана – 28.00 см/с; размах вариации – 21.0–35.0 см/с). Аналогичные результаты были получены для V_{min} ($p = 0.934$; медиана – 12.00 см/с; размах

вариации – 9.00–17.00 см/с) и Ri ($p = 0.916$; медиана – 0.58; размах вариации – 0.42–0.69).

Большая небная (резцовая) артерия была доступна для ЦДС в 91.1% случаев. Все переменные имели ненормальное распределение. Не было продемонстрировано достоверного различия значений V_{max} справа и слева ($p = 0.373$; медиана – 18.50 см/с; размах вариации – 12.0–22.0 см/с). Аналогичные результаты были получены для V_{min} ($p = 0.311$; медиана – 9.00 см/с; размах вариации – 6.00–12.00 см/с) и Ri ($p = 0.117$; медиана – 0.47; размах вариации – 0.31–0.66).

Верхняя губная артерия в 89.3% случаев (рис. 4) была доступна для ЦДС. При этом все переменные имели ненормальное распределение. Не было продемонстрировано достоверного различия значений V_{max} справа и слева ($p = 0.830$; медиана – 14.00 см/с; размах вариации – 10.0–21.0 см/с). Аналогичные результаты были получены для V_{min} ($p = 0.425$; медиана – 8.00 см/с; размах вариации – 5.00–12.00 см/с) и Ri ($p = 0.841$; медиана – 0.44; размах вариации – 0.25–0.59).

Результаты попарных сравнений и определение сводных диапазонов представлены в табл. 1–3.

Исходя из данных табл. 1, в один диапазон можно объединить значения V_{max} для передней и задней решетчатых артерий (12.00–29.00 см/с).

Таким образом, можно объединить в один диапазон – значения V_{min} для правых передней и задней решетчатых артерий, а также артерий сплетения ПН (6–17 см/с),

Таблица 2

Результаты попарных сравнений показателей V_{\min} сосудов полости носа

| Артерии | БНА | ВГА | АС П | АС Л | ПРА П | ПРА Л | ЗРА П | ЗРА Л |
|---------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|
| БНА | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ВГА | < 0.001 | – | – | – | – | – | – | – |
| АС П | < 0.001 | < 0.001 | – | – | – | – | – | – |
| АС Л | < 0.001 | < 0.001 | – | – | – | – | – | – |
| ПРА П | 0.028 | < 0.001 | 0.147 | – | – | – | – | – |
| ПРА Л | < 0.001 | < 0.001 | – | 0.065 | – | – | – | – |
| ЗРА П | < 0.001 | < 0.001 | 0.067 | – | 0.223 | – | – | – |
| ЗРА Л | < 0.001 | < 0.001 | – | 0.036 | – | 0.109 | – | – |
| КНА | < 0.001 | < 0.001 | 0.01 | 0.583 | < 0.001 | < 0.001 | < 0.001 | 0.002 |

Таблица 3

Результаты попарных сравнений показателей R_i сосудов полости носа

| Артерии | БНА | ВГА | АС | ПРА П | ПРА Л | ЗРА П | ЗРА Л |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| БНА | – | – | – | – | – | – | – |
| ВГА | 0.253 | – | – | – | – | – | – |
| АС | < 0.001 | < 0.001 | – | – | – | – | – |
| ПРА П | 0.476 | < 0.001 | 0.186 | – | – | – | – |
| ПРА Л | 0.097 | 0.003 | 0.003 | – | – | – | – |
| ЗРА П | 0.735 | < 0.001 | 0.010 | 0.092 | – | – | – |
| ЗРА Л | 0.055 | 0.021 | < 0.001 | – | 0.340 | – | – |
| КНА | < 0.001 | < 0.001 | 0.074 | < 0.001 | < 0.001 | < 0.001 | < 0.001 |

в другой диапазон – значения V_{\min} для левых одноименных сосудов, а также клиновидно-небной артерии (7–17 см/с). Диапазоны значений V_{\min} остальных сосудов полости носа являются уникальными.

По данным табл. 3, определяются три группы значений R_i . К первой относятся большая небная артерия, верхняя губная артерия, правые передняя и задняя решетчатые артерии. Диапазон значений R_i для этой группы составляет 0.25–0.66. Левые передняя и задняя решетчатые артерии составляют вторую группу, несмотря на то что при попарных сравнениях была получена лишь пограничная достоверность различия значений R_i в них и в артериях первой группы. Диапазон значений R_i сосудов данной группы составляет 0.31–0.63. К третьей группе относятся клиновидно-небная артерия и артерия сплетения ПН. Соответствующий диапазон значений R_i составляет 0.35–0.69.

Проведенные ультразвуковые исследования показывают особенности кровоснабжения полости носа. Наблюдается некоторая асимметричность параметров кровотока в сосудах полостей носа, что подтверждает исследования других авторов [8]. Сосудистое сплетение в нижней трети перегородки и полости носа (сплетение Киссельбаха – Литтла) имеет сложное строение, образуется за счет всех артерий, участвующих в васкуляризации полости носа. Параметры гемодинамики артерий этого сплетения в большей степени зависят от показателей гемодинамики вышележащих сосудов, прежде всего от ветвей клиновидно-небной артерии, которая, являясь наиболее крупным сосудом, во многих случаях служит источником носовых кровотечений. Каждый артериальный сосуд питает разные участки (бассейны) полости носа. При хирургических вмешательствах

в полости носа (остановка носовых кровотечений, септопластика по поводу искривлений ПН, закрытие перфоративного отверстия ПН перемещенными эндоназальными лоскутами на сосудистой ножке и т.д.) [9–12] важное значение имеют параметры кровотока сосудов полости носа, их индивидуальные отличительные признаки вхождения в полость носа и разветвления. Знание особенностей исследований вышеуказанных сосудов и правильная интерпретация полученных результатов несомненно будет играть положительную роль в диагностике и лечении заболеваний полости носа.

Заключение

УЗИ сосудов полости носа с применением режима ЦДС, являясь информативным и безопасным методом исследования, способствует детальному изучению параметров кровотока в артериальных сосудах не только в нижних и средних отделах полости носа, а также в отделах, лежащих выше хрящевого отдела ПН. Окном сканирования вышележащих сосудов служат костные швы в лобно-носовой, лобно-верхнечелюстной, носово-верхнечелюстной областях. Благодаря возможности получения данных в реальном времени данный метод может являться важным инструментом в арсенале лучевых диагностов и оториноларингологов, способствующим повышению точности диагностики и эффективности лечения заболеваний полости носа и придаточных пазух.

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Литература

1. Лунд В.Дж. и др. Европейский согласительный документ по анатомической терминологии полости носа и околоносовых пазух // Ринология. – 2014. – Т. 50. – Приложение 24. – С. 1–34. [Lund V.J. et al. European consensus document on the anatomical terminology of the nasal cavity and paranasal sinuses // *Rhinology*. – 2014. – V. 50. – Supplement 24. – P. 1–34. In Russian]. <http://www.rhinologyjournal.com>.
2. McArthur F. et al. The arterial supply of the nasal cavity // *Rhinology*. – 2017. – V. 274. – P. 809–815. DOI: 10.1007/s00405-016-4281-1.
3. Аведисян В.Э. Морфологические особенности микрососудистой системы слизистой оболочки полости носа // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 5. – С. 60–61. [Avedisyan V.E. Morphological features of the microvascular system of the nasal mucosa // *Modern High-tech Technologies*. – 2007. – No 5. – P. 60–61. In Russian]. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=24927>.
4. Молдавская А.А. и др. Клиническая характеристика сосудистого русла слизистой оболочки полости носа в раннем постнатальном онтогенезе в норме и при некоторых формах ринопатологии // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 9. – С. 49–50. [Moldavskaya A.A. et al. Clinical characteristics of the vascular bed of the nasal mucosa in early postnatal ontogenesis in the norm and in some forms of rhinopathology // *Basic Research*. – 2007. – No 9. – P. 49–50. In Russian]. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=3497>.
5. Мосихин С.Б. и др. Способ диагностики гемодинамики полости носа. Патент РФ № 2 299 686 С 2 // Бюлл. Изобретения. Полезные модели. – 2007. – № 15. – С. 1–2. [Mosikhin S.B. et al. Method for diagnosing hemodynamics of the nasal cavity. Patent of the Russian Federation No 2 299 686 С 2 // *Bulletin. Inventions. Utility models*. – 2007. – No 15. – P. 1–2. In Russian].
6. Сыроежкин Ф.А. и др. Способ оценки состояния местных лоскутов в полости носа с помощью аутофлуоресцентной эндоскопии после внутриносовых хирургических вмешательств. Патент РФ № 2772543, А61В 5/00 // Бюлл. Изобретения. Полезные модели. – 2022. – № 15. – С. 1–2. [Syroezhkin F.A. et al. Method for assessing the condition of local flaps in the nasal cavity using autofluorescence endoscopy after intranasal surgical interventions. Patent of the Russian Federation No 2772543, А61В 5/00 // *Bulletin. Inventions. Utility models*. – 2022. – No 15. – P. 1–2. In Russian].
7. Куликов В.П. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний. – М.: ООО Фирма «СТРОМ». – 2007. – С. 122–184. [Kulikov V.P. *Ultrasound Diagnostics of Vascular Diseases*. – Moscow: «STROM». – 2007. – P. 122–184. In Russian].
8. Петров В.В. Функциональные особенности гемодинамического потенциала полости носа человека // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. [Petrov V.V. Functional features of the hemodynamic potential of the human nasal cavity // *Modern Problems of Science and Education*. – 2016. – No 2. In Russian]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24376>.
9. Елизарьев В.В. и др. Сравнительная оценка кровоснабжения слизистой перегородки носа после септопластики с использованием двух видов интраназальных сплинтов // Уральский медицинский журнал. – 2020. – № 1. – С. 101–104. [Elizaryev V.V. et al. Comparative assessment of blood supply of the nasal septal mucosa after septoplasty using two types of intranasal splints // *Ural Medical Journal*. – 2020. – No 1. – P. 101–104. In Russian]. <http://elib.usma.ru/handle/usma/18868>.
10. Долгов О.И. и др. Опыт закрытия спонтанных перфораций перегородки носа лоскутом на питающей сосудистой ножке // *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. – 2023. – Т. 29. – № 3. – С. 96–101. [Dolgov O.I. et al. Experience of closing spontaneous perforations of the nasal septum with a flap on the feeding vascular pedicle // *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. – 2023. – V. 29. – No 3. – P. 96–101. In Russian]. DOI: 10.33848/foliorl23103825-2023-29-3-96-101.
11. Русецкий Ю.Ю. и др. Эндоскопическое закрытие перфораций перегородки носа: пошаговая иллюстрированная инструкция. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2024. – С. 67–99. [Rusetsky Yu.Yu. et al. Endoscopic closure of perforations of the nasal septum: step-by-step illustrated instruction. – Moscow: GEOTAR-Media. – 2024. – P. 67–99. In Russian]. DOI: 10.33029/9704-8027-4-PRC-2024-1-160.
12. Кормилина А.Р. и др. Ультразвуковое исследование зоны Киссельбаха – Литтла // *Acta Medica Eurasica*. – 2025. – № 2. – С. 24–30. [Kormilina A.R. et al. Ultrasonic study of the Kisselbach – Little zone // *Acta Medica Eurasica*. – 2025. – No 2. – P. 24–30. In Russian]. DOI: 10.47026/2413-4864-2025-2-24-30.