



## ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА/RADIATION DIAGNOSTICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73> EDN: EWEYDL

## МРТ ПЕРФУЗИЯ ПЕРЕГОРОДКИ НОСА

Научная статья

Кормилина А.Р.<sup>1</sup>, Тухбатуллин М.Г.<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-3549-4421;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-0055-4746;<sup>1,2</sup>Казанская государственная медицинская академия, Казань, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (munirtukhbatullin[at]yandex.ru)

Предложена: 04.04.2026; Принята: 21.05.2026; Опубликовано: 17.06.2026

**Аннотация**

Цель исследования: изучение возможностей МРТ перфузии в оценке кровоснабжения перегородки носа (ПН) в норме и при патологии полости носа.

МРТ перфузию перегородки носа проводили 73 субъектам в возрасте от 21 до 52 лет. Из них 33 пациентов мужского пола, 40 пациентов женского пола. В контрольную группу входили 20 субъектов, у которых не было обнаружено той или иной патологии полости носа во время исследования. В первую группу входили 38 пациентов с перфорацией ПН, во вторую группу вошли 15 пациентов с рецидивирующими носовыми кровотечениями. Эти данные использовались для обучения моделей. Тестирование разработанных моделей проводилось на дополнительной выборке из 30 пациентов (10 пациентов контрольной группы, 10 — с перфорацией ПН и 10 — с рецидивирующими носовыми кровотечениями). Исследования проводили на магнитно-резонансном томографе 1,5 Тесла Magnetom Altea (Siemens). Определяли количественные показатели перфузии: ТТР (время максимального накопления контраста — пиковой концентрации в сек), и ТТSW (время начала вымывания контрастного вещества в сек).

Средние значения ТТР в контрольной группе составили  $88,950 \pm 2,300$  сек и не отличались от таковых в группе перфорации ПН ( $88,758 \pm 4,250$  сек;  $p=0,860$ ). В группе носовых кровотечений средние значения показателя составили  $87,000 \pm 4,163$  сек и несколько отличались от таковых в контрольной группе ( $p=0,371$ ). Средние значения ТТSW в контрольной группе составили  $98,850 \pm 1,814$  сек и были достоверно выше таковых в группе перфорации ПН ( $97,273 \pm 3,476$  сек;  $p=0,035$ ). В группе носовых кровотечений средние значения показателя составили  $111,600 \pm 3,471$  сек, что было достоверно выше соответствующих значений в контрольной группе ( $p=0,037$ ) и в группе перфорации ПН ( $p=0,004$ ).

Использование МРТ перфузии у пациентов с перфорацией ПН и с носовыми кровотечениями показали положительные результаты в плане прогнозирования носовых кровотечений и приживления перемещаемых эндоназальных лоскутов при септопластике. При значениях показателей ТТР, ТТSW в диапазонах 88–91 сек и 98–101 сек, соответственно, прогнозируют минимальный риск кровотечений из носа и хорошее приживление перемещаемых лоскутов слизистой при пластических операциях полости носа.

**Ключевые слова:** МРТ перфузия, кровоснабжение, перегородка носа.

## MRI PERFUSION OF THE NASAL SEPTUM

Research article

Kormilina A.R.<sup>1</sup>, Tukhbatullin M.G.<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-3549-4421;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-0055-4746;<sup>1,2</sup>Kazan State Medical Academy, Kazan, Russian Federation

\* Corresponding author (munirtukhbatullin[at]yandex.ru)

Suggested: 04.04.2026; Accepted: 21.05.2026; Published: 17.06.2026

**Abstract**

Purpose: study of the possibilities of MRI perfusion in assessing the blood supply to the nasal septum (NS) in normal and pathological nasal cavity.

MRI of nasal septal perfusion was performed on 73 subjects aged 21 to 52 years. Of these, 33 were male, 40 were female. The control group included 20 subjects who were not found to have any nasal abnormalities during the study. The first group included 38 patients with NS perforation, and the second group included 15 patients with recurrent nosebleeds. These data were used to train the models. Testing of the developed models was carried out on an additional sample of 30 patients (10 patients in the control group, 10 patients with NS perforation, and 10 patients with recurrent nosebleeds). The studies were carried out on a 1.5 Tesla Magnetom Altea (Siemens) magnetic resonance imaging scanner. Quantitative perfusion parameters were determined: TTP (Time To Peak in seconds) and TTSW (Time To Start Washing in seconds).

The mean TTR values in the control group were  $88.950 \pm 2.300$  sec and did not differ from those in the NS perforation group ( $88.758 \pm 4.250$  sec;  $p=0.860$ ). In the group of nosebleeds, the mean values of the index were  $87.000 \pm 4.163$  seconds and slightly differed from those in the control group ( $p=0.371$ ). The mean TTSW values in the control group were  $98.850 \pm 1.814$  sec and were significantly higher than those in the NS perforation group ( $97.273 \pm 3.476$  sec;  $p=0.035$ ). In the group of

nosebleeds, the mean values of the parameter were  $111.600 \pm 3.471$  seconds, which was significantly higher than the corresponding values in the control group ( $p=0.037$ ) and in the group of NS perforation ( $p=0.004$ ).

The use of MRI perfusion in patients with NS perforation and nosebleeds showed positive results in terms of predicting epistaxis and engraftment of removable endonasal flaps during septoplasty. With TTP and TTSW values in the ranges of 88-91 sec and 98-101 sec, respectively, the risk of nasal bleeding and good engraftment of the removable mucosal flaps during plastic surgery of the nasal cavity are predicted.

**Keywords:** MRI perfusion, blood supply, nasal septum.

### Введение

Полость носа имеет сложную сеть кровоснабжения за счет терминальных ветвей наружной и внутренней сонных артерий, таких как: клиновидно-небная артерия (ветвь внутренней верхнечелюстной артерии), передняя и задняя решетчатые артерии (ветви глазной артерии). Определяют пять бассейнов кровоснабжения полости носа, таких как: бассейн передней решетчатой артерии (из глазной артерии), задней решетчатой артерии (из глазной артерии), клиновидно-небной артерии (ветвь верхнечелюстной артерии), большой небной артерии (ветвь верхнечелюстной артерии), верхней губной артерии (из лицевой артерии). Эти артерии анастомозируют между собой и в нижней трети ПН образуют сплетение Киссельбаха-Литтла [1], [2]. Сплетение Киссельбаха-Литтла доступно для ультразвуковых исследований, при дуплексном сканировании которого можно получить косвенные данные о состоянии васкуляризации верхних отделов полости носа [3]. Потенциальные эндоназальные лоскуты из верхних отделов носа, которые могут использоваться для пластических операций при перфорации ПН, кровоснабжаются, в основном, за счет терминальных ветвей клиновидно-небной артерии и передней решетчатой артерии. Известные способы определения показателей кровоснабжения полости носа не эффективны, отсутствуют возможности создания целостной картины для четкого определения степени васкуляризации полости носа, определения скоростных и объемных показателей кровотока, которые позволили бы прогнозировать потенциальный риск кровотечений из носа и жизнеспособность перемещаемых лоскутов слизистой носа при септопластике [3].

Ультразвуковое дуплексное сканирование зоны Киссельбаха позволяет определить косвенные показатели гемодинамики верхних отделов полости носа, но при наличии перфораций перегородки носа, размерами более 5 мм, возникают погрешности. КТ и МРТ ангиография полости носа предусматривают использование контрастных препаратов, но при этом страдает точное определение количественных параметров кровотока в сосудах полости носа, практически трудно уловить гемодинамику в мелких сосудах и сосудистых сплетениях. Необходимость четкого определения кровоснабжения перемещаемых лоскутов слизистой для закрытия перфоративного отверстия и операции по пластике перегородки носа, требуют актуализации проблемы. Носовые кровотечения представляют трудности в диагностике, и определении локализации кровоточащих сосудов. Известные способы прогнозирования носовых кровотечений имеют лишь косвенное отношение к васкуляризации полости носа. Из описанного выше следует, что нет способа точного определения васкуляризации перегородки носа, отсутствует целостная картина и количественные показатели, характеризующие её. МРТ перфузия ПН — это динамическое исследование, которое проводится с определенной последовательностью сканирования и обеспечивает статистически значимое определение количественных показателей перфузии [4], [5], [6]. Полученные данные позволяют определить такие параметры как: TTP (Time To Peak) — время максимального накопления контраста, объем кровотока BV (Blood Volume), среднее время прохождения MTT (Mean Transit Time), и начало вымывания контраста из зоны интереса TTSW (Time To Start Washing).

### Методы и принципы исследования

В ГАУЗ «РКБ МЗ РТ» проведены МРТ перфузии перегородки носа 73 субъектам в возрасте от 21 до 52 лет. Из них 33 пациентов мужского пола, 40 пациентов женского пола. В контрольную группу входили 20 субъектов, у которых не было обнаружено той или иной патологии полости носа во время исследования. В первую группу входили 38 пациентов с перфорацией ПН, во вторую группу вошли 15 пациентов с рецидивирующими носовыми кровотечениями. Эти данные использовались для обучения моделей. Тестирование разработанных моделей производилось на дополнительной выборке из 30 пациентов (10 пациентов контрольной группы, 10 — с перфорацией ПН и 10 — с рецидивирующими носовыми кровотечениями). Исследования проводили на магнитно-резонансном томографе 1,5 Тесла Magnetom Altea (Siemens) при наличии информированного согласия обследуемого на его выполнение и отсутствии противопоказаний (наличие металлических имплантов, кардиостимуляторы, клипсы на аневризмах, эндопротезы, аллергическая реакция на контраст).

Катетер устанавливали в кубитальную вену. После серии нативных снимков, выполняли болюсное введение контраста — гадопентеновой кислоты. Нативные снимки проводили с целью точного определения зоны интереса, настройки плоскостей и толщины получаемых срезов перед проведением контрастных исследований полости носа. Основой МРТ перфузии полости носа явилось динамическое контрастирование в определенной последовательности, в наших исследованиях — последовательность TWIST, с болюсным введением контрастного вещества — гадопентеновой кислоты. Данный контраст вводили в/венно в количестве 10 мл, со скоростью 3 мл/сек., с последующим определением количественных показателей перфузии в зоне интереса: времени максимального накопления TTP — пиковой концентрации и начала вымывания контрастного вещества TTSW — Time To Start Washing. В результате получали T1-взвешенные изображения (срезы). Далее выполняли построение графика зависимости «время-плотность» с применением программы RadiAnt DICOM Viewer (рис. 1).

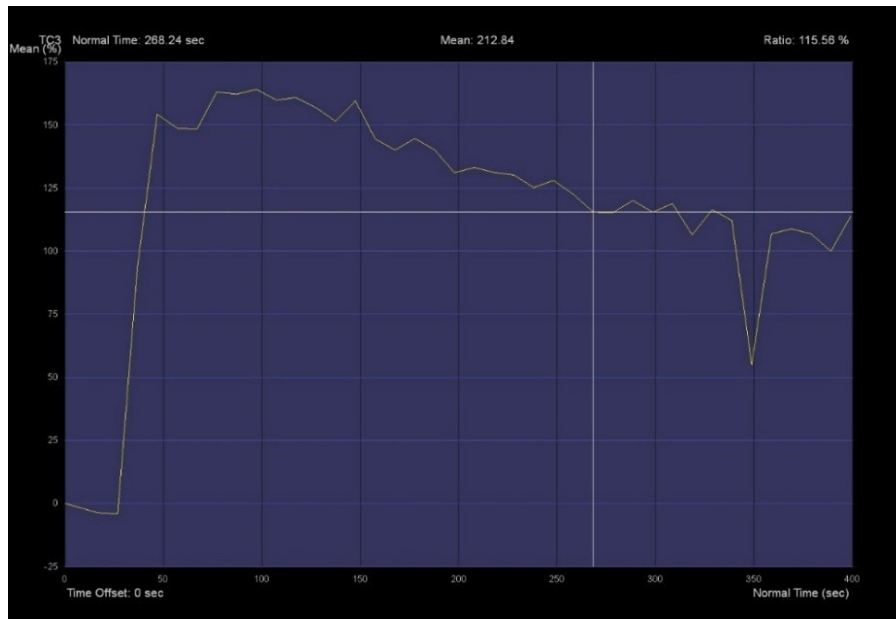


Рисунок 1 - МРТ перфузия перегородки носа. График зависимости «время-плотность»  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.1>

*Примечание: по вертикали накопление контраста; по горизонтали – время в секундах*

Определяли количественные показатели перфузии в пяти зонах интереса (ROI) средне-сагиттального среза ПН толщиной 5 мм: ТТР (время максимального накопления контраста — пиковой концентрации в сек), и ТТСВ (время начала вымывания контрастного вещества в сек). Пять зон интереса выбраны с учетом бассейнов кровоснабжения полости носа (рис. 2, 3), таких как: бассейн передней решетчатой артерии (из глазной артерии), задней решетчатой артерии (из глазной артерии), клиновидно-небной артерии (ветвь верхнечелюстной артерии), большой небной артерии (ветвь верхнечелюстной артерии), верхней губной артерии (из лицевой артерии). Общее время исследования составляла до 20 минут.

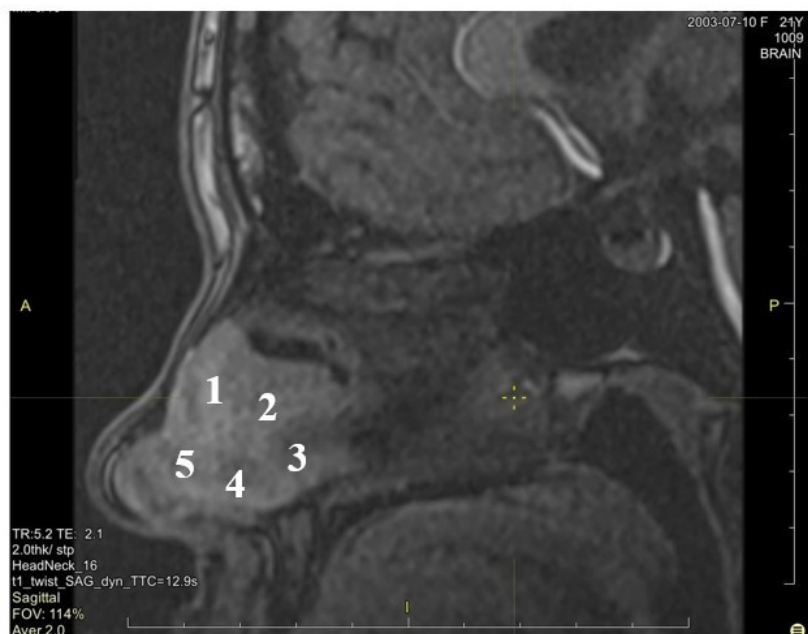


Рисунок 2 - МРТ перфузия перегородки носа  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.2>

*Примечание: 5 зон интереса: 1 – бассейн передней решетчатой артерии; 2 – бассейн задней решетчатой артерии; 3 – бассейн клиновидно-небной артерии; 4 – бассейн большой небной артерии; 5 – бассейн верхней губной артерии*

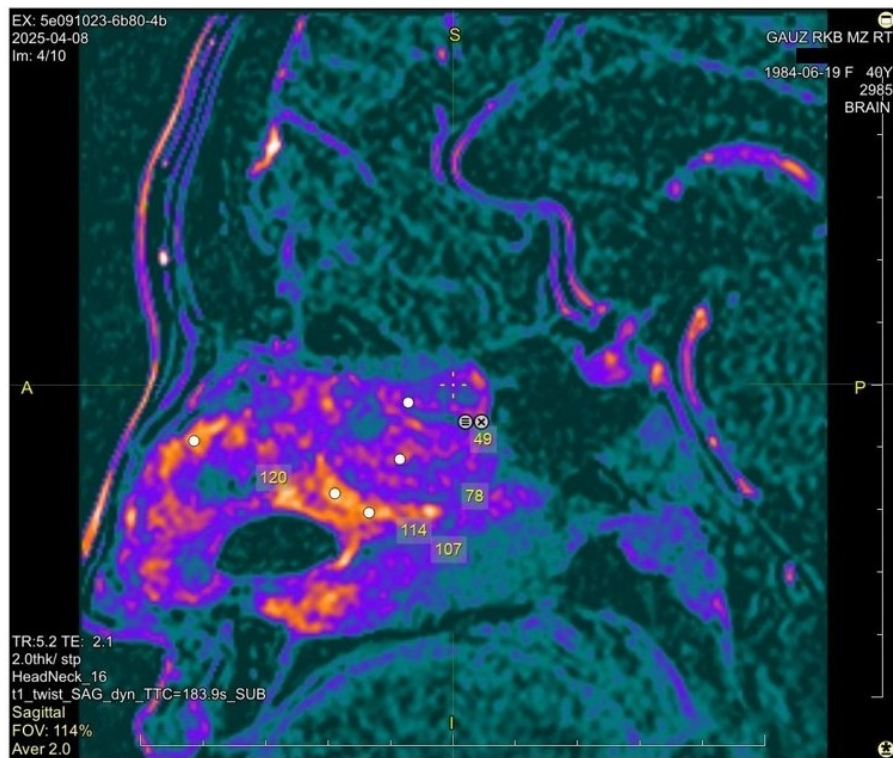


Рисунок 3 - МР томограмма пациентки К., 40 лет, с перфорацией перегородки носа  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.3>

*Примечание: МРТ перфузия перегородки носа; распределение контраста вокруг перфорационного отверстия; поздняя стадия вымывания контраста*

Для разработки модели с целью повышения прогностической ценности МРТ перфузии ПН использовали дополнительные параметры кровотока ( $V_{max}$ ,  $V_{min}$ ,  $R_i$ ) в артериях ПН – сплетения Киссельбаха-Литтла из данных полученных нами ранее [3].

Статистический анализ проводили в программном пакете SPSS версии 21.0. Оценку нормальности распределения выборок проводили с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. В качестве параметров описательной статистики для нормально распределенных непрерывных показателей рассчитывали среднее арифметическое (стандартное отклонение), для ненормально распределенных — медиану и размах вариации. Статистическая значимость различия средних значений показателей в двух группах при нормальном распределении показателей оценивалась путем использования критерия Стьюдента, между тремя или более группами — путем однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). При ненормальном распределении сравниваемых переменных использовали критерий Уилкоксона. Оценку корреляций нормально распределенных выборок производили с использованием коэффициента Пирсона, ненормально — коэффициентов Спирмена или Кендалла. Моделирование вероятности бинарных исходов производили посредством бинарной логистической регрессии с последующим подбором пограничного значения и линейного дискриминантного анализа. Анализ диагностической ценности полученных зависимостей осуществляли посредством расчета стандартных параметров (чувствительности, специфичности, точности), а также построения ROC-кривых и расчета значения площадей под ними (AUC).

### Основные результаты

Средние значения ТТР в контрольной группе составили  $88,950 \pm 2,300$  сек (рис. 4,5) и не отличались от таковых в группе перфорации ПН ( $88,758 \pm 4,250$  сек;  $p=0,860$ ). В группе носовых кровотечений средние значения показателя составили  $87,000 \pm 4,163$  сек и несколько отличались от таковых в контрольной группе ( $p=0,371$ ). Не было продемонстрировано достоверности различия показателя между группами перфорации ПН и носовых кровотечений.

Рисунок 4 - МРТ перфузия перегородки носа  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.4>

Примечание: график «время-плотность»; TTP = 91.1 сек.; TTSW=98.6 сек.; вариант нормы

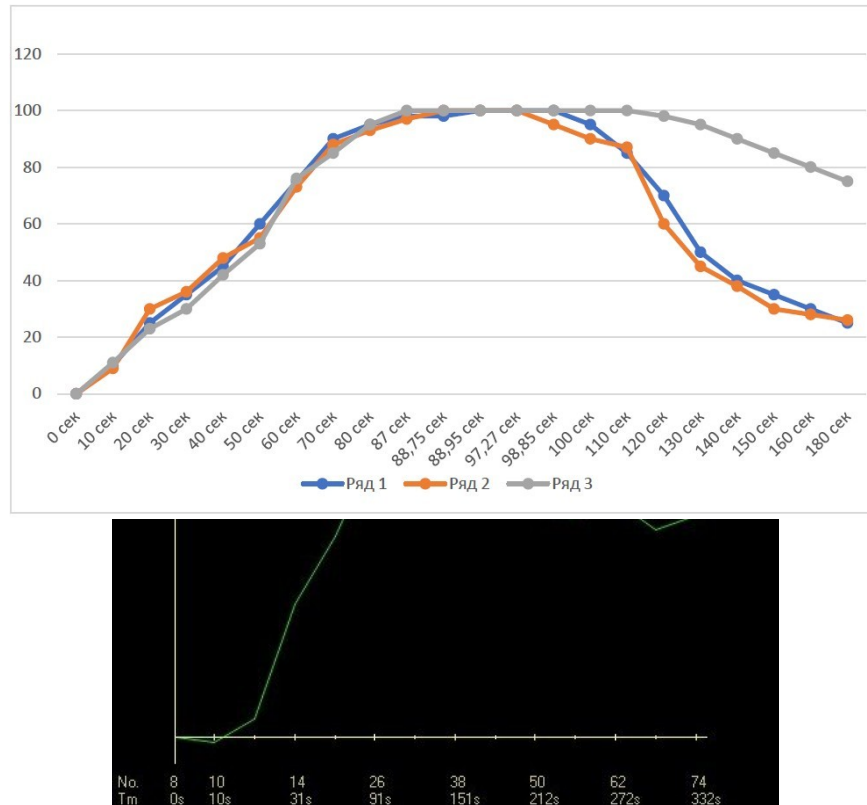


Рисунок 5 - МРТ перфузия перегородки носа, графики «время-плотность»: вертикальная линия – накопление контраста в %; горизонтальная линия – показатели TTP и TTSW в сек.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.5>

Примечание: ряд 1 – контрольная группа, ряд 2 – группа с перфорацией ПН, ряд 3 – группа с носовыми кровотечениями

Средние значения TTSW в контрольной группе составили  $98,850 \pm 1,814$  сек и были достоверно выше таковых в группе перфорации ПН ( $97,273 \pm 3,476$  сек;  $p=0,035$ ). В группе носовых кровотечений средние значения показателя составили  $111,600 \pm 3,471$  сек (рис. 5), что было достоверно выше соответствующих значений в контрольной группе ( $p=0,037$ ) и в группе перфорации ПН ( $p=0,004$ ).

В качестве дополнительных параметров использовали значения параметров кровотока в артериях сплетения Киссельбаха-Литтла, полученных при ультразвуковом исследовании (табл. 1).

Таблица 1 - Параметры кровотока в артериях ПН – сплетения Киссельбаха-Литтла у здоровых субъектов (n=106)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.6>

$V_{max}$ , см/с			$V_{min}$ , см/с			Ri, ед		
медиана	min	max	медиана	min	max	медиана	min	max
26,0	14,0	35,0	11,0	7,0	17,0	0,54	0,50	0,59
$p < 0,001$			$p = 0,041$			$p < 0,001$		

С использованием данных параметров, полученных с помощью исследований другой модальности, при разработке модели с целью повышения ее прогностической ценности было получено следующее уравнение бинарной логистической регрессии:

$$P = 1 / (1 + e - (2,522 \text{ TTP} - 1,715 \text{ VminL} + 241,112)),$$

где:

p — вероятность некроза лоскута (о некрозе свидетельствуют значения  $p > 0,450$ );

$e$  — основание натуральных логарифмов ( $\sim 2,72$ );

$V_{\min L}$  —  $V_{\min}$  слева.

Данное уравнение обеспечило точность прогнозирования исхода 95,0% (рис. 6).

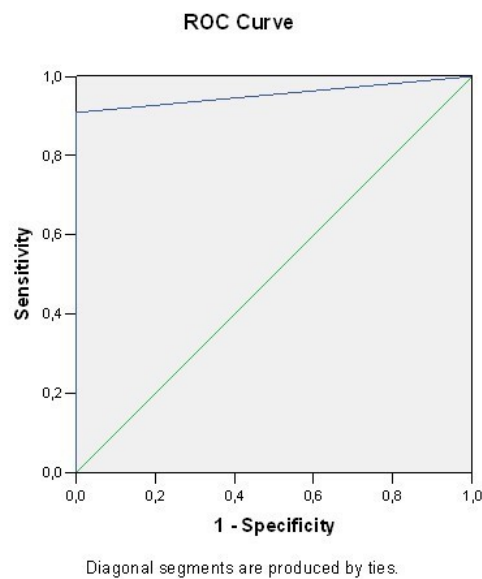


Рисунок 6 - ROC-кривая для уравнения бинарной логистической регрессии при прогнозировании приживления перемещаемых эндоназальных лоскутов для закрытия перфорации ПН

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.7>

*Примечание: AUC = 0,955*

Для прогнозирования развития носового кровотечения была рассчитана следующая мультимодальная (с учетом параметров кровотока в артериях сплетения Киссельбаха-Литтла) модель логистической регрессии:

$$P = 1 / (1 + e^{-(50011,114 RiR - 141,077 TTP - 41,113 V_{\min L} + 1688,315 V_{\min R} + 152,711 TTS - 712,161 V_{\max R} - 31155,124)}),$$

где:

$p$  — вероятность носового кровотечения при значении  $p > 0,500$ ;

$e$  — основание натуральных логарифмов ( $\sim 2,72$ );

$RiR$  — индекс резистентности справа;

$V_{\min L}$  —  $V_{\min}$  слева;

$V_{\min R}$  —  $V_{\min}$  справа;

$V_{\max R}$  —  $V_{\max}$  справа.

Данное уравнение обеспечило точность прогнозирования вероятности кровотечения в 90,0% (рис. 7).

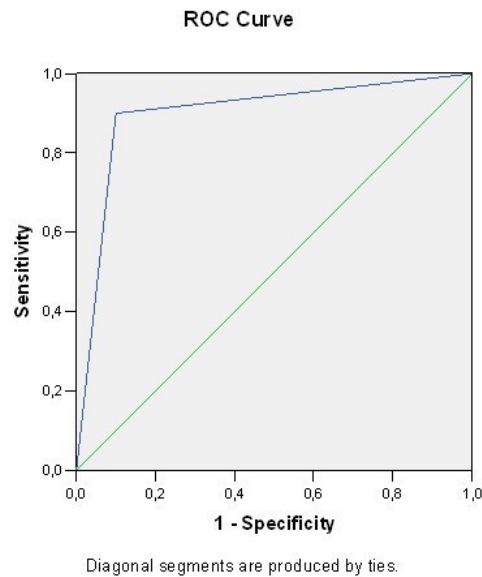


Рисунок 7 - ROC-кривая для уравнения бинарной логистической регрессии при прогнозировании развития носовых кровотечений

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.73.8>

Примечание:  $AUC = 0,900$

### Заключение

МРТ перфузия — это методика, позволяющая оценить кровоснабжение тканей. Она широко используется для диагностики заболеваний головного мозга [7], [8], [12], [13], [14], сердца [15] и других органов, где важна оценка гемодинамики.

В сфере оториноларингологии перфузионная МРТ (ПМРТ) используется сравнительно редко, преимущественно для визуализации сосудистых опухолей или оценки гемодинамики новообразований. Тем не менее, наши исследования демонстрируют потенциал расширения спектра показаний к применению ПМРТ в зависимости от клинических потребностей оториноларингологов.

Анализ данных, полученных при применении ПМРТ у пациентов с перфорацией ПН и носовыми кровотечениями, выявил положительные результаты в прогнозировании рецидивов кровотечений и оценке приживления перемещаемых эндоназальных лоскутов при септопластике. Предварительные данные свидетельствуют о том, что значения показателей времени до пика накопления контраста (ТТР) и времени до стабилизации вымывания контраста (ТТСВ) в диапазонах 88–91 сек и 98–101 сек соответственно коррелируют с минимальным риском носовых кровотечений и благоприятным приживлением трансплантатов слизистой при пластических операциях на полости носа.

Задержка контраста более 10 сек и пологая кривая вымывания контраста на графике зависимости «время-плотность» указывают на повышенную проницаемость сосудистой стенки и, следовательно, на повышенный риск носовых кровотечений. Данная концепция может быть успешно применена для диагностики частых носовых кровотечений, позволяя точно определить локализацию источника кровотечений.

Дальнейшие исследования позволят расширить возможности ПМРТ в диагностике заболеваний полости носа и ПН, обеспечивая более точное и своевременное выявление патологических процессов и оптимизацию терапевтических стратегий.

### Финансирование

Академия наук Республики Татарстан, Синергетическое взаимодействие различных методов лучевой диагностики в ринологии, №5/2025-ПД-КГМА.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Synergistic interaction of various methods of radiation diagnostics in rhinology, No. 5/2025-PD-KGMA.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.



## Список литературы / References

1. Лунд В.Дж. Европейский согласительный документ по анатомической терминологии полости носа и околоносовых пазух / В.Дж. Лунд, Х. Штамбергер, В.Й. Фоккенс [и др.] // Ринология. — 2014. — Т. 50, № 24. — С. 1–34. — ISSN 0300-0729.
2. Francisco McArthur. The arterial supply of the nasal cavity / Francisco McArthur, Gerald W. McGarry // Rhinology. — 2017. — Vol. 274. — P. 809–815. — DOI: 10.1007/s00405-016-4281-1.
3. Кормилина А.Р. Ультразвуковое исследование зоны Киссельбаха–Литтла / А.Р. Кормилина, Н.С. Серова, М.Г. Тухбагуллин [и др.] // Acta medica Eurasica. — 2025. — № 2. — С. 24–30. — DOI: 10.47026/2413-4864-2025-2-24-30.
4. Фокин В.А. К вопросу о стандартизации МРТ-исследований с использованием автоматического иньектора для введения магнитно-резонансных контрастных средств / В.А. Фокин // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2020. — Т. 101, № 4. — С. 235–243. — DOI: 10.20862/0042-4676-2020-101-4-235-243.
5. Суханов В.А. Собственный опыт проведения МРТ T2\* и КТ перфузии головного мозга. Как избежать «неудач» / В.А. Суханов, О.Н. Чернова, М.О. Шубный [и др.] // Уральский медицинский журнал. — 2021. — Т. 20, № 2. — С. 43–48. — DOI: 10.52420/2071-5943-2021-20-2-43-48.
6. Станжевский А.А. Роль перфузионных технологий в оценке гемодинамики опухолей головного мозга / А.А. Станжевский, Л.А. Тютин // Трансляционная медицина. — 2015. — Т. 2, № 4. — С. 41–47. — ISSN 2311-4495 ; ISSN 2410-5155 (Online).
7. Куликова Т.А. Возможности МРТ и ОФЭКТ перфузии в оценке эффективности патогенетической терапии хронической ишемии головного мозга у лиц с радиационно-индуцированной системной эндотелиальной дисфункцией / Т.А. Куликова, В.А. Солодкий, Н.И. Сергеев [и др.] // Вестник Российского Научного Центра Рентгенодиагностики. — 2025. — № 1. — С. 1–15. — EDN: VFFYDR.
8. Медведева Н.А. Роль МРТ с применением постконтрастной импульсной последовательности FLAIR в диагностике травматического повреждения мозговых оболочек при черепно-мозговых травмах у пациентов с сотрясением головного мозга / Н.А. Медведева, Н.С. Серова // REJR. — 2023. — Т. 13, № 3. — С. 30–38. — DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-30-38.
9. Ребрикова В.А. Возможности МР-перфузии в оценке эффективности лечения злокачественных опухолей головного мозга / В.А. Ребрикова, Н.И. Сергеев, В.В. Падалко [и др.] // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. — 2019. — Т. 83, № 4. — С. 113–120. — DOI: 10.17116/невро201983041113.
10. Tomppert A. Achieving high spatial and temporal resolution with perfusion MRI in the head and neck region using golden-angle radial sampling / A. Tomppert, W. Wuest, M. Wiesmueller [et al.] // Eur Radiol. — 2021. — Vol. 31, № 4. — P. 2263–2271. — DOI: 10.1007/s00330-020-07263-0.
11. Станкевич Ю.А. Динамическая оценка микроциркуляторных изменений головного мозга в раннем постинсультном периоде по данным бесконтрастной перфузионной МРТ / Ю.А. Станкевич, В.В. Попов, Л.М. Василькив [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. — 2024. — Т. 13, № 1. — С. 28–35. — DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-1-28-35.
12. Лукшин В.А. Первое применение интраоперационной МРТ для исследования церебральной перфузии при хирургической ревазуляризации головного мозга / В.А. Лукшин, Д.Ю. Усачев, А.А. Шульгина [и др.] // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. — 2023. — Т. 87, № 4. — С. 5–16. — DOI: 10.17116/невро2023870415.
13. Бунак М.С. Потенциал метода ASL-перфузии в оценке резидуальной ткани опухоли после хирургического лечения у пациентов с глиобластомой / М.С. Бунак, Е.А. Степанова, Г.А. Сташук // Альманах клинической медицины. — 2021. — Т. 49, № 1. — С. 41–48. — DOI: 10.18786/2072-0505-2021-49-012.
14. Fazal-Ullah. Need of the Hour to Use MR Perfusion to Differentiate Between Radiation Necrosis and Tumour Recurrence in Known Glioma Patients / Fazal-Ullah, K.K. Bhinder, F. Ahmad [et al.] // Pak Postgrad Med J. — 2023. — Vol. 34, № 3. — P. 169–170. — DOI: 10.51642/ppmj.v34i03.611.
15. Асланиди И.П. Перфузионные томографические методы визуализации миокарда: клиническое применение в диагностике ИБС / И.П. Асланиди, Н.А. Суркова, И.В. Шурупова // REJR. — 2025. — Т. 15, № 3. — С. 37–51. — DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-3-37-51.

## Список литературы на английском языке / References in English

1. Lund V.J. Evropejskij soglasitel'nyj dokument po anatomicheskoj terminologii polosti nosa i okolonosovyh pazuh [European consensus document on anatomical terminology of the nasal cavity and paranasal sinuses] / V.J. Lund, H. Stammberger, W.J. Fokkens [et al.] // Rinologija [Rhinology]. — 2014. — Vol. 50, № 24. — P. 1–34. — ISSN 0300-0729. [in Russian]
2. Francisco McArthur. The arterial supply of the nasal cavity / Francisco McArthur, Gerald W. McGarry // Rhinology. — 2017. — Vol. 274. — P. 809–815. — DOI: 10.1007/s00405-016-4281-1.
3. Kormilina A.R. Ul'trazvukovoe issledovanie zony Kissel'bah–Littla [Ultrasound examination of the Kiesselbach–Little area] / A.R. Kormilina, N.S. Serova, M.G. Tuhbatullin [et al.] // Acta medica Eurasica. — 2025. — № 2. — P. 24–30. — DOI: 10.47026/2413-4864-2025-2-24-30. [in Russian]
4. Fokin V.A. K voprosu o standartizacii MRT-issledovanij s ispol'zovaniem avtomaticheskogo in#ektora dlja vvedenija magnitno-rezonansnyh kontrastnyh sredstv [On the issue of standardization of MRI studies using an automatic injector for the administration of magnetic resonance contrast agents] / V.A. Fokin // Vestnik rentgenologii i radiologii [Bulletin of Radiology and Radiology]. — 2020. — Vol. 101, № 4. — P. 235–243. — DOI: 10.20862/0042-4676-2020-101-4-235-243. [in Russian]
5. Suhanov V.A. Sobstvennyj opyt provedenija MRT T2\* i KT perfuzii golovnogo mozga. Kak izbezhat' «neudach» [Own experience of MRI T2\* and CT perfusion of the brain. How to avoid "failures"] / V.A. Suhanov, O.N. Chernova, M.O. Shubnyj



[et al.] // Ural'skij medicinskij zhurnal [Ural Medical Journal]. — 2021. — Vol. 20, № 2. — P. 43–48. — DOI: 10.52420/2071-5943-2021-20-2-43-48. [in Russian]

6. Stanzhevskij A.A. Rol' perfuzionnyh tehnologij v ocenke gemodinamiki opuholej golovnogogo mozga [The role of perfusion technologies in assessing hemodynamics of brain tumors] / A.A. Stanzhevskij, L.A. Tjutin // Translacionnaja medicina [Translational Medicine]. — 2015. — Vol. 2, № 4. — P. 41–47. — ISSN 2311-4495 ; ISSN 2410-5155 (Online). [in Russian]

7. Kulikova T.A. Vozmozhnosti MRT i OFJeKT perfuzii v ocenke jeffektivnosti patogeneticheskoj terapii hronicheskoj ishemii golovnogogo mozga u lic s radiacionno-inducirovannoj sistemnoj jendotelial'noj disfunkciej [Possibilities of MRI and SPECT perfusion in assessing the effectiveness of pathogenetic therapy of chronic brain ischemia in persons with radiation-induced systemic endothelial dysfunction] / T.A. Kulikova, V.A. Solodkij, N.I. Sergeev [et al.] // Vestnik Rossijskogo Nauchnogo Centra Rentgenoradiologii [Bulletin of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology]. — 2025. — № 1. — P. 1–15. — EDN: VFFYDR. [in Russian]

8. Medvedeva N.A. Rol' MRT s primeneniem postkontrastnoj impul'snoj posledovatel'nosti FLAIR v diagnostike travmaticheskogo povrezhdenija mozgovyh obolochek pri cherepno-mozgovyh travmah u pacientov c sotrijaseniem golovnogogo mozga [The role of MRI with post-contrast FLAIR pulse sequence in the diagnosis of traumatic meningeal injury in patients with concussion] / N.A. Medvedeva, N.S. Serova // REJR. — 2023. — Vol. 13, № 3. — P. 30–38. — DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-30-38. [in Russian]

9. Rebrikova V.A. Vozmozhnosti MR-perfuzii v ocenke jeffektivnosti lechenija zlokachestvennyh opuholej golovnogogo mozga [Possibilities of MR perfusion in assessing the effectiveness of treatment of malignant brain tumors] / V.A. Rebrikova, N.I. Sergeev, V.V. Padalko [et al.] // Voprosy neyrohirurgii imeni N.N. Burdenko [Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko]. — 2019. — Vol. 83, № 4. — P. 113–120. — DOI: 10.17116/neiro201983041113. [in Russian]

10. Tomppert A. Achieving high spatial and temporal resolution with perfusion MRI in the head and neck region using golden-angle radial sampling / A. Tomppert, W. Wuest, M. Wiesmueller [et al.] // Eur Radiol. — 2021. — Vol. 31, № 4. — P. 2263–2271. — DOI: 10.1007/s00330-020-07263-0.

11. Stankevich Ju.A. Dinamicheskaja ocenka mikrocirkuljatornyh izmenenij golovnogogo mozga v rannem postinsul'tnom periode po dannym beskontrastnoj perfuzionnoj MRT [Dynamic assessment of microcirculatory changes in the brain in the early post-stroke period according to non-contrast perfusion MRI] / Ju.A. Stankevich, V.V. Popov, L.M. Vasil'kiv [et al.] // Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij [Complex Problems of Cardiovascular Diseases]. — 2024. — Vol. 13, № 1. — P. 28–35. — DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-1-28-35. [in Russian]

12. Lukshin V.A. Pervoe primeneniye intraoperacionnoj MRT dlja issledovanija cerebral'noj perfuzii pri hirurgicheskoj revaskuljarizacii golovnogogo mozga [First application of intraoperative MRI for the study of cerebral perfusion during surgical revascularization of the brain] / V.A. Lukshin, D.Ju. Usachev, A.A. Shul'gina [et al.] // Voprosy neyrohirurgii imeni N.N. Burdenko [Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko]. — 2023. — Vol. 87, № 4. — P. 5–16. — DOI: 10.17116/neiro2023870415. [in Russian]

13. Bunak M.S. Potencial metoda ASL-perfuzii v ocenke rezidual'noj tkani opuholi posle hirurgicheskogo lechenija u pacientov s glioblastomoj [Potential of the ASL-perfusion method in assessing residual tumor tissue after surgical treatment in patients with glioblastoma] / M.S. Bunak, E.A. Stepanova, G.A. Stashuk // Al'manah klinicheskoy mediciny [Almanac of Clinical Medicine]. — 2021. — Vol. 49, № 1. — P. 41–48. — DOI: 10.18786/2072-0505-2021-49-012. [in Russian]

14. Fazal-Ullah. Need of the Hour to Use MR Perfusion to Differentiate Between Radiation Necrosis and Tumour Recurrence in Known Glioma Patients / Fazal-Ullah, K.K. Bhinder, F. Ahmad [et al.] // Pak Postgrad Med J. — 2023. — Vol. 34, № 3. — P. 169–170. — DOI: 10.51642/ppmj.v34i03.611.

15. Aslanidi I.P. Perfuzionnye tomograficheskie metody vizualizacii miokarda: klinicheskoe primeneniye v diagnostike IBS [Perfusion tomographic methods of myocardial imaging: clinical application in the diagnosis of coronary artery disease] / I.P. Aslanidi, N.A. Surkova, I.V. Shurupova // REJR. — 2025. — Vol. 15, № 3. — P. 37–51. — DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-3-37-51. [in Russian]