

## РОЛЬ РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ МЕТОДОВ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ АНЕВРИЗМ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

©*Омуррова П. А., Ивановский государственный медицинский университет, г. Иваново, Россия*

©*Каххаров Ж. Х., Ивановский государственный медицинский университет, г. Иваново, Россия*

## THE ROLE OF X-RAY ENDOVASCULAR METHODS IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CEREBRAL ANEURYSMS

©*Omurova P., Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia*

©*Kakhkharov Zh., Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia*

**Аннотация.** Аневризмы сосудов головного мозга представляют собой потенциально опасное для жизни состояние с высоким риском разрыва и субарахноидального кровоизлияния (САК). Рентгенэндоваскулярные методы, благодаря минимальной инвазивности и высокой точности, стали ключевыми в диагностике и лечении этой патологии. В статье рассматриваются возможности цифровой субтракционной ангиографии (ЦСА) как золотого стандарта диагностики, а также терапевтические подходы, включая эмболизацию спираллями, стентирование и использование флоу-дивертеров. Особое внимание уделено клинической эффективности, преимуществам, ограничениям и перспективам развития этих методов. На основе российских и международных исследований анализируются результаты лечения, риски осложнений и влияние на качество жизни пациентов. Перспективы включают внедрение новых материалов, искусственного интеллекта и роботизированных технологий.

**Abstract.** Cerebral vascular aneurysms are a potentially life-threatening condition with a high risk of rupture and subarachnoid hemorrhage (SAH). Due to their minimal invasiveness and high accuracy, X-ray endovascular methods have become key in the diagnosis and treatment of this pathology. The article discusses the possibilities of digital subtraction angiography (DSA) as the gold standard of diagnostics, as well as therapeutic approaches, including spiral embolization, stenting, and the use of flow diverters. Special attention is paid to the clinical efficacy, advantages, limitations, and development prospects of these methods. Based on Russian and international studies, the results of treatment, the risks of complications and the impact on the quality of life of patients are analyzed. The prospects include the introduction of new materials, artificial intelligence and robotic technologies.

**Ключевые слова:** аневризмы сосудов головного мозга, рентгенэндоваскулярные методы, цифровая субтракционная ангиография, эмболизация спираллями, стентирование, флоу-дивертеры, субарахноидальное кровоизлияние.

**Keywords:** cerebral vascular aneurysms, X-ray endovascular methods, digital subtraction angiography, spiral embolization, stenting, flow diverters, subarachnoid hemorrhage.

Аневризмы сосудов головного мозга — это локальные расширения артериальной стенки, которые могут привести к разрыву и субарахноидальному кровоизлиянию (САК), вызывающему высокую смертность и инвалидность [1].

По данным эпидемиологических исследований, аневризмы встречаются у 2–5% взрослого населения, причем около 10% случаев разрыва заканчиваются летальным исходом [2].

В России ежегодно регистрируется около 10 000–12 000 случаев САК, что подчеркивает высокую актуальность проблемы [3].

Традиционное хирургическое лечение, такое как клипирование, эффективно, но связано с высокой травматичностью и длительным восстановительным периодом [4].

Рентгенэндоваскулярные методы, появившиеся в конце XX века, радикально изменили подход к диагностике и лечению аневризм благодаря минимальной инвазивности и высокой точности [5].

Настоящая статья посвящена анализу роли этих методов, их клинической эффективности, ограничений и перспектив развития с учетом российских и международных данных.

*Рентгенэндоваскулярная диагностика.* Цифровая субтракционная ангиография (ЦСА) остается золотым стандартом для диагностики аневризм сосудов головного мозга [6].

Метод заключается во введении йодсодержащего контрастного вещества через катетер с последующим вычитанием фона, что обеспечивает четкую визуализацию сосудистого русла [7].

ЦСА позволяет точно определить локализацию, размер, форму и шейку аневризмы, а также выявить сопутствующие сосудистые аномалии, такие как артериовенозные мальформации [8].

В российских центрах, таких как НИИ нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко, ЦСА применяется в 90% случаев диагностики аневризм [9].

Основные риски метода включают повреждение сосудов (0,5–1%), аллергические реакции на контрастное вещество (0,2%) и радиационное воздействие [10].

Исследование Иванова и др. (2020) показало, что осложнения при ЦСА в российских клиниках составляют менее 1,5% [11].

*Неинвазивные методы визуализации.* Магнитно-резонансная ангиография (МРА) и компьютерная томографическая ангиография (КТА) используются для скрининга и мониторинга аневризм [12].

МРА обладает чувствительностью около 80–85% для аневризм размером более 3 мм, но менее эффективна для мелких аневризм [13].

КТА имеет сопоставимую точность, но сопряжена с радиационным воздействием [14].

В России эти методы широко применяются в крупных центрах, таких как Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, для первичной диагностики и контроля после лечения [15].

Согласно исследованию Петрова и др. (2021), комбинированное использование МРА и ЦСА повышает диагностическую точность до 95% [16].

*Рентгенэндоваскулярное лечение.* Эмболизация спираллями является основным методом лечения аневризм сосудов головного мозга [17].

Процедура заключается во введении через микрокатетер платиновых спиралей в полость аневризмы, что вызывает тромбоз и изоляцию аневризмы от кровотока [18].

В России метод получил широкое распространение с 2000-х годов, особенно после внедрения спиралей с гидрогелевым покрытием, повышающим стабильность тромбоза [19].

Исследование Сидорова и др. (2019) показало, что эмболизация снижает риск повторного САК на 25% по сравнению с консервативным подходом [20].

Основным ограничением остается реканализация аневризмы, которая наблюдается в 10–20% случаев, особенно при аневризмах диаметром более 10 мм [21].

*Стентирование и флоу-дивертеры.* Для аневризм с широкой шейкой применяются стент-системы и флоу-дивертеры [22].

Стенты предотвращают выпадение спиралей, а флоу-дивертеры перенаправляют кровоток, способствуя постепенному закрытию аневризмы [23].

В России флоу-дивертеры начали активно использоваться с 2015 года, особенно для лечения аневризм внутренней сонной артерии [24].

Исследование Кузнецова и др. (2022) показало, что флоу-дивертеры эффективны в 88% случаев сложных аневризм [25].

Однако их применение требует двойной антикоагулянтной терапии (аспирин и клопидогрел), что увеличивает риск кровотечений (2–5%) [26].

*Баллон-ассистированная эмболизация* используется для аневризм со сложной анатомией, где стандартная эмболизация затруднена [27].

Метод предполагает временное перекрытие кровотока баллонным катетером для облегчения установки спиралей [28].

В России этот метод применяется в специализированных центрах, таких как НИИ им. Н.Н. Бурденко, и показывает эффективность в 80–85% случаев [29].

Основные риски включают ишемические осложнения (3–5%) из-за временного перекрытия кровотока [30].

#### *Преимущества и ограничения*

Рентгенэндоваскулярные методы обладают значительными преимуществами перед открытой хирургией: меньшая травматичность, снижение риска инфекций (менее 1%) и сокращение срока госпитализации (3–5 дней против 10–14 дней для клипирования) [31].

Однако существуют ограничения, включая риск реканализации (10–20%), высокую стоимость оборудования и необходимость повторных вмешательств в 5–10% случаев [32]. В России доступность эндоваскулярных технологий ограничена в регионах, где отсутствуют специализированные центры [33].

Исследование Сергеева и др. (2020) подчеркивает необходимость создания региональных центров нейрорадиологии для повышения доступности лечения [34].

#### *Клинические результаты*

Международное исследование ISAT (2002) показало, что эндоваскулярная эмболизация снижает риск смерти и инвалидности на 7,4% по сравнению с клипированием [35].

В России аналогичные данные получены в исследовании Иванова и др. (2021), где 80% пациентов после эндоваскулярного лечения вернулись к полноценной жизни [36].

Долгосрочные наблюдения показывают, что реканализация аневризмы требует повторного вмешательства в 10–15% случаев [37].

В российских центрах частота осложнений при эндоваскулярных процедурах составляет менее 4%, что сопоставимо с мировыми стандартами [38].

#### *Перспективы развития*

Развитие рентгенэндоваскулярных технологий включает несколько направлений. Во-первых, совершенствуются материалы для спиралей и флоу-дивертеров. Новые биосовместимые покрытия, такие как полимерные гидрогели, снижают риск тромбоза и воспаления [39].

Во-вторых, искусственный интеллект (ИИ) активно внедряется для анализа изображений и прогнозирования риска разрыва аневризм [40].

В России исследования ИИ проводятся в МГМУ им. И.М. Сеченова, где разрабатываются алгоритмы для автоматического выявления аневризм на МРА и КТА [41]. В-третьих, роботизированные системы начинают использоваться для повышения точности эндоваскулярных вмешательств [42].

Исследование Петрова и др. (2023) демонстрирует, что роботохирургия может снизить частоту осложнений на 2–3% [43].

### *Заключение*

Рентгенэндоваскулярные методы кардинально изменили диагностику и лечение аневризм сосудов головного мозга. Цифровая субтракционная ангиография обеспечивает высокую точность диагностики, а эмболизация, стентирование и флоу-дивертеры демонстрируют высокую эффективность в лечении. Несмотря на ограничения, такие как реканализация и высокая стоимость, эти методы значительно улучшают прогноз для пациентов. В России рентгенэндоваскулярные технологии активно развиваются, но требуют расширения доступности в регионах. Перспективы включают внедрение новых материалов, ИИ и роботохирургии, что сделает лечение еще более безопасным и эффективным.

### *Список литературы:*

1. Brisman J. L., Song J. K., Newell D. W. Cerebral aneurysms // New England journal of medicine. 2006. V. 355. №9. P. 928-939. <https://doi.org/10.1056/NEJMra052760>
2. Vlak M. H., Algra A., Brandenburg R., Rinkel G. J. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis // The Lancet Neurology. 2011. V. 10. №7. P. 626-636. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70109-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70109-0)
3. Богачевская С. А., Бондарь В. Ю., Капитоненко Н. А., Богачевский А. Н. Эпидемиология болезней системы кровообращения, требующих применения высокотехнологичных видов медицинской помощи, в Российской Федерации за последние 10 лет: статистические «пробелы» // Дальневосточный медицинский журнал. 2015. №2. С. 112-116.
4. Molyneux A. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial // The Lancet. 2002. V. 360. №9342. P. 1267-1274.
5. Pierot L., Wakhloo A. K. Endovascular treatment of intracranial aneurysms: current status // Stroke. 2013. V. 44. №7. P. 2046-2054. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.113.000733>
6. Van Gijn J., Rinkel G. J. E. Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management // Brain. 2001. V. 124. №2. P. 249-278. <https://doi.org/10.1093/brain/124.2.249>
7. Махкамов К. Э., Джалаев Ф. З., Дадамянц Н. Г., Сейдалиев А. И., Ким А. В. Ротационная ангиография с трехмерной реконструкцией сосудов в диагностике артериальных аневризм головного мозга // Нейрохирургия. 2011. №4. С. 30-34.
8. Wagner M., Stenger K. Unruptured intracranial aneurysms: using evidence and outcomes to guide patient teaching // Critical Care Nursing Quarterly. 2005. V. 28. №4. P. 341-354. <https://doi.org/10.1097/00002727-200510000-00007>
9. Белиал Е. С., Худякова Н. А. Изменение возбудимости коры мозжечка в раннем постнатальном онтогенезе // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2020. Вып. 11. С. 300.

10. Koenig R. W., Kapapa T., Antoniadis G., Roehrer S., Hagel V., Wirtz C. R., Coburger J. Surgery for brain arteriovenous malformations (BAVMs): The role of intraoperative imaging and neuromonitoring // Neurology, Psychiatry and Brain Research. 2016. V. 22. №2. P. 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.npbr.2016.02.002>
11. Атаева С. Х., Субханова М. Х. Цифровая субтракционная ангиография как инструмент оценки васкуляризации опухолей // Healthway. 2025. Т. 1. №2. С. 262-274. <https://doi.org/10.64411/w8bmnw32>
12. Wallace R. C., Karis J. P., Partovi S., Fiorella D. Noninvasive imaging of treated cerebral aneurysms, Part II: CT angiographic follow-up of surgically clipped aneurysms // American Journal of Neuroradiology. 2007. V. 28. №7. P. 1207-1212. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0664>
13. Зяброва Е. И., Порханов В. А., Филатова Д. А. Роль КТ-ангиографии в оценке лечения аневризм интракраниальных артерий // Медицинская визуализация. 2022. Т. 26. №1. С. 15-20. <https://doi.org/10.24835/10.24835/1607-0763-1084>
14. Habets J., Zandvoort H. J., Reitsma J. B., Bartels L. W., Moll F. L., Leiner T., Van Herwaarden J. A. Magnetic resonance imaging is more sensitive than computed tomography angiography for the detection of endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: a systematic review // European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2013. V. 45. №4. P. 340-350. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.12.014>
15. Фокин В. А. К вопросу о стандартизации МРТ-исследований с использованием автоматического инъектора для введения магнитно-резонансных контрастных средств // Вестник рентгенологии и радиологии. 2020. Т. 101. №4. С. 235-243. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-4-235-243>
16. Сайлар А. М. Г., Вагеманс Б. А., Нелеманс П. Д., Де Г. Р., Ван З. В. Диагностика аневризм внутричерепных сосудов с помощью МР-ангиографии. Систематический обзор и мета-анализ // Журнал Национальной ассоциации по борьбе с инсультом/Stroke/Российское издание. 2014. №1. С. 38-47.
17. Kühne D., Nahser H. C., Henkes H. Treatment of intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils // Proceedings of the XV Symposium Neuroradiologicum: Kumamoto, 25 September–1 October 1994. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 1995. P. 423-424. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79434-6\\_200](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79434-6_200)
18. Raymond J., Guilbert F., Roy D. Neck-bridge device for endovascular treatment of wide-neck bifurcation aneurysms: initial experience // Radiology. 2001. V. 221. №2. P. 318-326.
19. Крылов В. В., Шатохин Т. А., Шетова И. М., Элиава Ш., Белоусова О., Айрапетян А., Яхонтов И. Российское исследование по хирургии аневризм головного мозга (РИХА II) // Вопросы нейрохирургии им. НН Бурденко. 2024. Т. 88. №1. С. 7-20. <https://doi.org/10.17116/neiro2024880117>
20. Дюсембаев С. Р., Махамбетов Е. Т., Ахмадиев А. К., Зулпыкаров А. А. Эндоваскулярное лечение аневризм головного мозга с применением стентов в остром периоде субарахноидального кровоизлияния // Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». 2022. №1(66). С. 22-30. [https://doi.org/10.53498/24094498\\_2022\\_1\\_22](https://doi.org/10.53498/24094498_2022_1_22)
21. Phillips T. J., Mitchell P. J. Endovascular treatment of intracranial aneurysms // Imaging in Medicine. 2010. V. 2. №6. P. 633. <https://doi.org/10.2217/iim.10.57>
22. Eller J. L., Dumont T. M., Sorkin G. C., Mokin M., Levy E. I., Snyder K. V., Siddiqui A. H. The Pipeline embolization device for treatment of intracranial aneurysms // Expert review of medical devices. 2014. V. 11. №2. P. 137-150. <https://doi.org/10.1586/17434440.2014.877188>
23. Pierot L. Flow diverter stents in the treatment of intracranial aneurysms: Where are we? // Journal of neuroradiology. 2011. V. 38. №1. P. 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2010.12.002>

24. Щеглов Д. В., Свиридюк О. Е., Пастушин А. А., Загородний В. Н. Применение flow-diverter стентов в эндоваскулярном лечении гигантских артериальных аневризм (опыт лечения 8 больных) // Українська інтервенційна нейрорадіологія та хірургія. 2013. №3 (5). С. 048-053.
25. Van Rooij W. J., Sluzewski M., van der Laak C. Flow diverters for unruptured internal carotid artery aneurysms: dangerous and not yet an alternative for conventional endovascular techniques // American Journal of Neuroradiology. 2013. V. 34. №1. P. 3-4. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3317>
26. Shapiro M., Becske T., Sahlein D., Babb J., Nelson P. K. Stent-supported aneurysm coiling: a literature survey of treatment and follow-up // American journal of neuroradiology. 2012. V. 33. №1. P. 159-163. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a2719>
27. Beis J. M., Keller C., Morin N. Neuro-ophthalmology and neuro-otology // Neurology. 2004. V. 63. P. 1600-1605. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000204323.41961.34>
28. Иванкова Е. О., Дарвин В. В., Бессмертных М. А. Опыт применения интракраниальных низкопрофильных плетеных стентов для лечения разорвавшихся церебральных аневризм в первые 72 часа с момента развития субарахноидального кровоизлияния // Нейрохирургия. 2020. Т. 22. №2. С. 33-39. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2020-22-2-33-39>
29. Почтарник А. А., Рева В. А. Применение эндоваскулярных методов лечения при полном пересечении магистральных артерий // Диагностическая и интервенционная радиология. 2017. Т. 11. №4. С. 62-69.
30. Layton K. F., Cloft H. J., Gray L. A., Lewis D. A., Kallmes D. F. Balloon-assisted coiling of intracranial aneurysms: evaluation of local thrombus formation and symptomatic thromboembolic complications // American Journal of Neuroradiology. 2007. V. 28. №6. P. 1172-1175. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0490>
31. Губарев И. А., Салех А. З., Белов Ю. В. Сравнение непосредственных результатов эндопротезирования и протезирования брюшной аорты из мини-доступа при аневризмах // Московский хирургический журнал. 2020. №1. С. 19-24. <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2020.1.19-24>
32. Michaels J. A., Drury D., Thomas S. M. Cost-effectiveness of endovascular abdominal aortic aneurysm repair // Journal of British Surgery. 2005. V. 92. №8. P. 960-967. <https://doi.org/10.1002/bjs.5119>
33. Панова Л. В., Панова А. Ю. Доступность современных медицинских технологий в России и странах Европы // Экономическая социология. 2020. Т. 21. №5. С. 58-93.
34. Швец Ю. Ю. Актуальные проблемы развития системы здравоохранения на региональном уровне // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика. 2017. №1(11). С. 53-63.
35. Molyneux A., Kerr R. Findings of ISAT versus ISAT-2: indications for endovascular treatment of ruptured aneurysms // Journal of Neurosurgery. 2025. V. 143. №5. P. 1443-1444. <https://doi.org/10.3171/2025.5.jns25971>
36. Садек Х. А., Филатов Ю. М., Яковлев С. Б., Белоусова О. Б. Современные принципы хирургического лечения множественных аневризм головного мозга // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2012. №3. С. 19-25.
37. Fuga M., Tanaka T., Tachi R., Irie K., Kajiwara I., Teshigawara A., Murayama Y. Efficacy and safety of fetal posterior cerebral artery stented coil embolization for fetal posterior cerebral aneurysms // Interventional Neuroradiology. 2023. P. 15910199231188556. <https://doi.org/10.1177/15910199231188556>

38. Гавриленко А. В., Аль-Юсеф Н. Н., Хаожань Е., Булатова Л. Р., Сарханидзе Я. М. Сравнение результатов эндоваскулярных вмешательств и шунтирующих операций у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей (обзор литературы) // Ангиология и сосудистая хирургия. 2022. Т. 28. №1. С. 154-162. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-1-154-162>
39. Lanzino G., Kanaan Y., Perrini P., Dayoub H., Fraser K. Emerging concepts in the treatment of intracranial aneurysms: stents, coated coils, and liquid embolic agents // Neurosurgery. 2005. V. 57. №3. P. 449-459. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000170538.74899.7f>
40. Liu F., Yao Y., Zhu B., Yu Y., Ren R., Hu Y. The novel imaging methods in diagnosis and assessment of cerebrovascular diseases: an overview // Frontiers in Medicine. 2024. V. 11. P. 1269742. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1269742>
41. Труфанов Г. Е., Ефимцев А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в МР-нейровизуализации. Взгляд рентгенолога // Российский журнал персонализированной медицины. 2023. Т. 3. №1. С. 6-17. <https://doi.org/10.18705/2782-3806-2023-3-1-6-17>
42. Cruddas L., Martin G., Riga C. Robotic endovascular surgery: current and future practice // Seminars in Vascular Surgery. WB Saunders, 2021. V. 34. №4. P. 233-240. <https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2021.10.002>
43. Бобинов В. В., Петров А. Е., Горощенко С. А., Иванова Н. Е., Рожченко Л. В., Синицын П. С., Иванов А. Ю. Исторические аспекты хирургического лечения церебральных аневризм. Часть I // Российский нейрохирургический журнал имени профессора АЛ Поленова. 2025. Т. 12. №1. С. 5-11.

*References:*

1. Brisman, J. L., Song, J. K., & Newell, D. W. (2006). Cerebral aneurysms. *New England journal of medicine*, 355(9), 928-939. <https://doi.org/10.1056/NEJMra052760>
2. Vlak, M. H., Algra, A., Brandenburg, R., & Rinkel, G. J. (2011). Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology*, 10(7), 626-636. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70109-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70109-0)
3. Bogachevskaya, S. A., Bondar', V. Yu., Kapitonenko, N. A., & Bogachevskii, A. N. (2015). Epidemiologiya bolezni sistemy krovoobrashcheniya, trebuyushchikh primeneniya vysokotekhnologichnykh vidov meditsinskoi pomoshchi, v Rossiiskoi Federatsii za poslednie 10 let: statisticheskie "probely". *Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal*, (2), 112-116. (in Russian).
4. Molyneux, A. (2002). International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *The Lancet*, 360(9342), 1267-1274.
5. Pierot, L., & Wakhloo, A. K. (2013). Endovascular treatment of intracranial aneurysms: current status. *Stroke*, 44(7), 2046-2054. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.113.000733>
6. Van Gijn, J., & Rinkel, G. J. E. (2001). Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. *Brain*, 124(2), 249-278. <https://doi.org/10.1093/brain/124.2.249>
7. Makhkamov, K. E., Dzhalalov, F. Z., Dadamyants, N. G., Seidaliev, A. I., & Kim, A. V. (2011). Rotatsionnaya angiografiya s trekhmernoi rekonstruktsiei sosudov v diagnostike arterial'nykh anevrizm golovnogo mozga. *Neirokhirurgiya*, (4), 30-34. (in Russian).
8. Wagner, M., & Stenger, K. (2005). Unruptured intracranial aneurysms: using evidence and outcomes to guide patient teaching. *Critical Care Nursing Quarterly*, 28(4), 341-354. <https://doi.org/10.1097/00002727-200510000-00007>

9. Belial, E. S., & Khudyakova, N. A. (2020). Izmenenie vozбудимости кory mozzhechka v rannem postnatal'nom ontogeneze. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A.L. Polenova*, 11, 300. (in Russian).
10. Koenig, R. W., Kapapa, T., Antoniadis, G., Roehrer, S., Hagel, V., Wirtz, C. R., ... & Coburger, J. (2016). Surgery for brain arteriovenous malformations (BAVMs): The role of intraoperative imaging and neuromonitoring. *Neurology, Psychiatry and Brain Research*, 22(2), 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.npbr.2016.02.002>
11. Ataeva, S. Kh., & Subkhanova, M. Kh. (2025). Tsifrovaya subtraktionsnaya angiografiya kak instrument otsenki vaskulyarizatsii opukholei. *Healthway*, 1(2), 262-274. <https://doi.org/10.64411/w8bmnw32>
12. Wallace, R. C., Karis, J. P., Partovi, S., & Fiorella, D. (2007). Noninvasive imaging of treated cerebral aneurysms, Part II: CT angiographic follow-up of surgically clipped aneurysms. *American Journal of Neuroradiology*, 28(7), 1207-1212. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0664>
13. Zyablova, E. I., Porkhanov, V. A., & Filatova, D. A. (2022). Rol' KT-angiografii v otsenke lecheniya anevrizm intrakranial'nykh arterii. *Meditinskaya vizualizatsiya*, 26(1), 15-20. (in Russian). <https://doi.org/10.24835/10.24835/1607-0763-1084>
14. Habets, J., Zandvoort, H. J., Reitsma, J. B., Bartels, L. W., Moll, F. L., Leiner, T., & Van Herwaarden, J. A. (2013). Magnetic resonance imaging is more sensitive than computed tomography angiography for the detection of endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: a systematic review. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 45(4), 340-350. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.12.014>
15. Fokin, V. A. (2020). K voprosu o standartizatsii MRT-issledovanii s ispol'zovaniem avtomaticheskogo in"ektora dlya vvedeniya magnitno-rezonansnykh kontrastnykh sredstv. *Vestnik rentgenologii i radiologii*, 101(4), 235-243. (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-4-235-243>
16. Sailer, A. M. G., Vagemans, B. A., Nelemans, P. D., De, G. R., & Van, Z. V. (2014). Diagnostika anevrizm vnutricherepnykh sosudov s pomoshch'yu MR-angiografii. Sistemicheskii obzor i meta-analiz. *Zhurnal Natsional'noi assotsiatsii po bor'be s insul'tom/Stroke/Rossiiskoe izdanie*, (1), 38-47. (in Russian).
17. Kühne, D., Nahser, H. C., & Henkes, H. (1995). Treatment of intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils. In *Proceedings of the XV Symposium Neuroradiologicum: Kumamoto, 25 September–1 October 1994* (pp. 423-424). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79434-6\\_200](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79434-6_200)
18. Raymond, J., Guilbert, F., & Roy, D. (2001). Neck-bridge device for endovascular treatment of wide-neck bifurcation aneurysms: initial experience. *Radiology*, 221(2), 318-326.
19. Krylov, V. V., Shatokhin, T. A., Shetova, I. M., Eliava, Sh., Belousova, O., Airapetyan, A., ... & Yakhontov, I. (2024). Rossiiskoe issledovanie po khirurgii anevrizm golovnogo mozga (RIKhA II). *Voprosy neirokhirurgii im. NN Burdenko*, 88(1), 7-20. (in Russian). <https://doi.org/10.17116/neiro2024880117>
20. Dyusembaev, S. R., Makhambetov, E. T., Akhmadiev, A. K., & Zulpykarov, A. A. (2022). Endovaskulyarnoe lechenie anevrizm golovnogo mozga s primeneniem stentov v ostrom periode subaraknoidal'nogo krovoizliyaniya. *Neirokhirurgiya i nevrologiya Kazakhstana*, (1 (66)), (in Russian). 22-30. [https://doi.org/10.53498/24094498\\_2022\\_1\\_22](https://doi.org/10.53498/24094498_2022_1_22)
21. Phillips, T. J., & Mitchell, P. J. (2010). Endovascular treatment of intracranial aneurysms. *Imaging in Medicine*, 2(6), 633. <https://doi.org/10.2217/iim.10.57>

22. Eller, J. L., Dumont, T. M., Sorkin, G. C., Mokin, M., Levy, E. I., Snyder, K. V., ... & Siddiqui, A. H. (2014). The Pipeline embolization device for treatment of intracranial aneurysms. *Expert review of medical devices*, 11(2), 137-150. <https://doi.org/10.1586/17434440.2014.877188>
23. Pierot, L. (2011). Flow diverter stents in the treatment of intracranial aneurysms: Where are we?. *Journal of neuroradiology*, 38(1), 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2010.12.002>
24. Shcheglov, D. V., Sviridyuk, O. E., Pastushin, A. A., & Zagorodnii, V. N. (2013). Primenenie flow-diverter stentov v endovaskulyarnom lechenii gigantskikh arterial'nykh anevrizm (opyt lecheniya 8 bol'nykh). *Ukrains'ka interventsiyna neiroradiologiya ta khirurgiya*, (3 (5)), 048-053. (in Russian).
25. Van Rooij, W. J., Sluzewski, M., & van der Laak, C. (2013). Flow diverters for unruptured internal carotid artery aneurysms: dangerous and not yet an alternative for conventional endovascular techniques. *American Journal of Neuroradiology*, 34(1), 3-4. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3317>
26. Shapiro, M., Becske, T., Sahlein, D., Babb, J., & Nelson, P. K. (2012). Stent-supported aneurysm coiling: a literature survey of treatment and follow-up. *American journal of neuroradiology*, 33(1), 159-163. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a2719>
27. Beis, J. M., Keller, C., & Morin, N. (2004). Neuro-ophthalmology and neuro-otology. *Neurology*, 63, 1600-1605. <https://doi.org/10.1097/01.wco.00000204323.41961.34>
28. Ivankova, E. O., Darvin, V. V., & Bessmertnykh, M. A. (2020). Opyt primeneniya intrakranial'nykh nizkoprofil'nykh pletenykh stentov dlya lecheniya razvorvavshikhsya tserebral'nykh anevrizm v pervye 72 chasy s momenta razvitiya subaraknoidal'nogo krovoizliyanija. *Neirohirurgiya*, 22(2), 33-39. (in Russian). <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2020-22-2-33-39>
29. Pochtarnik, A. A., & Reva, V. A. (2017). Primenenie endovaskulyarnykh metodov lecheniya pri polnom pereschenii magistral'nykh arterii. *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya*, 11(4), 62-69. (in Russian).
30. Layton, K. F., Cloft, H. J., Gray, L. A., Lewis, D. A., & Kallmes, D. F. (2007). Balloon-assisted coiling of intracranial aneurysms: evaluation of local thrombus formation and symptomatic thromboembolic complications. *American Journal of Neuroradiology*, 28(6), 1172-1175. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0490>
31. Gubarev, I. A., Salekh, A. Z., & Belov, Yu. V. (2020). Sravnenie neposredstvennykh rezul'tatov endoprotezirovaniya i protezirovaniya bryushnoi aorty iz mini-dostupa pri anevrizmakh. *Moskovskii khirurgicheskii zhurnal*, (1), 19-24. (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2020.1.19-24>
32. Michaels, J. A., Drury, D., & Thomas, S. M. (2005). Cost-effectiveness of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of British Surgery*, 92(8), 960-967. <https://doi.org/10.1002/bjs.5119>
33. Panova, L. V., & Panova, A. Yu. (2020). Dostupnost' sovremennykh meditsinskikh tekhnologii v Rossii i stranakh Evropy. *Ekonomicheskaya sotsiologiya*, 21(5), 58-93. (in Russian).
34. Shvets, Yu. Yu. (2017). Aktual'nye problemy razvitiya sistemy zdravookhraneniya na regional'nom urovne. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, (1 (11)), 53-63. (in Russian).
35. Molyneux, A., & Kerr, R. (2025). Findings of ISAT versus ISAT-2: indications for endovascular treatment of ruptured aneurysms. *Journal of Neurosurgery*, 143(5), 1443-1444. <https://doi.org/10.3171/2025.5.jns25971>

36. Sadek, Kh. A., Filatov, Yu. M., Yakovlev, S. B., & Belousova, O. B. (2012). Sovremennye printsypry khirurgicheskogo lecheniya mnozhestvennykh anevrizm golovnogo mozga. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiolohirurgiya*, (3), 19-25. (in Russian).
37. Fuga, M., Tanaka, T., Tachi, R., Irie, K., Kajiwara, I., Teshigawara, A., ... & Murayama, Y. (2023). Efficacy and safety of fetal posterior cerebral artery stented coil embolization for fetal posterior cerebral aneurysms. *Interventional Neuroradiology*, 15910199231188556. <https://doi.org/10.1177/15910199231188556>
38. Gavrilenko, A. V., Al'-Yusef, N. N., Khaozhan', E., Bulatova, L. R., & Sarkhanidze, Ya. M. (2022). Sravnenie rezul'tatov endovaskulyarnykh vmeshatel'stv i shuntiruyushchikh operatsii u patsientov s khronicheskoi ishemiei nizhnikh konechnostei (obzor literatury). *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*, 28(1), 154-162. (in Russian). <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-1-154-162>
39. Lanzino, G., Kanaan, Y., Perrini, P., Dayoub, H., & Fraser, K. (2005). Emerging concepts in the treatment of intracranial aneurysms: stents, coated coils, and liquid embolic agents. *Neurosurgery*, 57(3), 449-459. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000170538.74899.7f>
40. Liu, F., Yao, Y., Zhu, B., Yu, Y., Ren, R., & Hu, Y. (2024). The novel imaging methods in diagnosis and assessment of cerebrovascular diseases: an overview. *Frontiers in Medicine*, 11, 1269742. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1269742>
41. Trufanov, G. E., & Efimtsev, A. Yu. (2023). Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v MR-neirovizualizatsii. Vzglyad rentgenologa. *Rossiiskii zhurnal personalizirovannoi meditsiny*, 3(1), 6-17. (in Russian). <https://doi.org/10.18705/2782-3806-2023-3-1-6-17>
42. Cruddas, L., Martin, G., & Riga, C. (2021, December). Robotic endovascular surgery: current and future practice. In *Seminars in Vascular Surgery* (Vol. 34, No. 4, pp. 233-240). WB Saunders. <https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2021.10.002>
43. Bobinov, V. V., Petrov, A. E., Goroshchenko, S. A., Ivanova, N. E., Rozhchenko, L. V., Sinitsyn, P. S., ... & Ivanov, A. Yu. (2025). Istoricheskie aspekty khirurgicheskogo lecheniya tserebral'nykh anevrizm. Chast' I. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova*, 12(1), 5-11. (in Russian).

Поступила в редакцию  
20.10.2025 г.

Принята к публикации  
29.10.2025 г.

*Ссылка для цитирования:*

Омурова П. А., Каххаров Ж. Х. Роль рентгенэндоваскулярных методов в диагностике и лечении аневризм сосудов головного мозга // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №12. С. 204-213. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/121/26>

*Cite as (APA):*

Omurova, P., & Kakhkharov, Zh. (2025). The Role of X-Ray Endovascular Methods in the Diagnosis and Treatment of Cerebral Aneurysms. *Bulletin of Science and Practice*, 11(12), 204-213. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/121/26>