

# ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ ХИРУРГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## HISTORICAL ASPECTS AND CURRENT STATE OF ENDOVASCULAR SURGERY (LITERATURE REVIEW)

**L. Mustafayeva**  
**V. Kotelnikova**  
**F. Ablyamitova**  
**G. Azizova**  
**E. Sukasyan**

*Summary.* Endovascular surgery, also known as minimally invasive or catheter-based surgery, has revolutionised the treatment of cardiovascular diseases and other vascular pathologies. The article presents a review of modern domestic and world literature on the history of endovascular surgery, tracing its origins, major milestones and revolutionary achievements. From the pioneering work of Charles Dotter to the development of sophisticated endovascular methods and devices, the evolution of endovascular surgery is marked by innovation, co-operation and relentless pursuit to improve patient outcomes. The most advanced modern directions of the field development are considered, as well as the prospects of their development in the near future are evaluated.

*Keywords:* endovascular surgery, cardiac interventions, minimally invasive interventions, cardiovascular diseases, interventional cardiology.

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире, оказывая значительное бремя на системы здравоохранения и общество в целом. Среди множества доступных методов лечения эндоваскулярная кардиохирургия стала преобразующим подходом, предполагающим минимально инвазивные вмешательства с замечательными показателями эффективности и безопасности. Это введение создает основу для изучения эволюции, текущего состояния и будущих направлений развития эндоваскулярных методов в кардиохирургии.

**Мустафаева Лилия Февзеевна**  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Медицинского института имени С.И. Георгиевского  
mustafaevall@mail.ru

**Котельникова Виктория Эдгарда Александровна**  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Медицинского института  
имени С.И. Георгиевского  
kotelnikova.eda123@gmail.com

**Аблямитова Фера Диляверовна**  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Медицинского института имени С.И. Георгиевского  
ablyamitova\_fera@mail.ru

**Азизова Гульнара Леноровна**  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Медицинского института имени С. И. Георгиевского  
gulaazizova5@mail.ru

**Сукасян Эдуард Аветисович**  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Медицинского института имени С. И. Георгиевского  
sukasyan1999@bk.ru

*Аннотация.* Эндоваскулярная хирургия, также известная как минимально инвазивная или катетерная хирургия, произвела революцию в лечении сердечно-сосудистых заболеваний и других сосудистых патологий. В статье представлен обзор современной отечественной и мировой литературы по истории эндоваскулярной хирургии, прослеживаются ее истоки, основные вехи и революционные достижения. От пионерской работы Чарльза Доттера до разработки сложных эндоваскулярных методов и устройств — эволюция эндоваскулярной хирургии отмечена инновациями, сотрудничеством и неустанным стремлением к улучшению результатов лечения пациентов. Рассматриваются наиболее передовые современные направления развития направления, а также оцениваются перспективы их развития в ближайшем будущем.

*Ключевые слова:* эндоваскулярная хирургия, вмешательства на сердце, малоинвазивные вмешательства, сердечно-сосудистые заболевания, интервенционная кардиология.

Сердечно-сосудистые заболевания охватывают разнообразный спектр состояний, поражающих сердце и кровеносные сосуды, включая ишемическую болезнь сердца, клапанные болезни сердца и заболевания периферических сосудов. Несмотря на достижения в области профилактики и лечения, ССЗ продолжают наносить тяжелый урон здоровью людей во всем мире, ежегодно приводя к миллионам смертей. По прогнозам, распространенность ССЗ будет расти и дальше из-за старения населения, малоподвижного образа жизни и растущей распространенности таких факторов риска, как ожирение, диабет и гипертония [1, с. 58].

С момента своего возникновения область эндоваскулярной кардиохирургии претерпела значительную эволюцию, обусловленную технологическими инновациями, клиническими исследованиями и междисциплинарным сотрудничеством. От первых дней диагностической ангиографии до сложных транскатетерных вмешательств, доступных сегодня, путь эндоваскулярной хирургии характеризуется постоянным совершенствованием и расширением возможностей [2, с 136].

Минимально инвазивные эндоваскулярные методики обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционной хирургией открытого сердца, что делает их все более привлекательными для пациентов и клиницистов. Среди этих преимуществ — меньшая травматизация окружающих тканей, более короткое пребывание в больнице, более быстрое восстановление и более низкий уровень осложнений, таких как инфекции и кровотечения. Кроме того, эндоваскулярные процедуры часто позволяют обойтись без стернотомии или сердечно-легочного шунтирования, что еще больше минимизирует периоперационные риски.

В последние годы несколько революционных достижений вывели эндоваскулярную кардиохирургию на передний план в лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Транскатетерная замена аортального клапана (TAVR), чрескожное коронарное вмешательство (PCI) с использованием стентов с лекарственным покрытием и структурные вмешательства на сердце, такие как транскатетерное восстановление митрального клапана, служат примером преобразующего потенциала эндоваскулярных методов. Эти процедуры предлагают жизнеспособную альтернативу хирургическому вмешательству для пациентов с высоким риском и расширяют арсенал лечения сложных сердечно-сосудистых патологий [3, с. 3188].

Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в эндоваскулярной кардиохирургии, сохраняется ряд проблем, начиная от технических сложностей и заканчивая критериями отбора пациентов и соображениями системы здравоохранения. Достижение оптимальных результатов требует тонкого понимания анатомии пациента, характеристик поражения и процедурных нюансов, что подчеркивает важность опыта оператора и междисциплинарного сотрудничества. Кроме того, вопросы, связанные с долговечностью устройства, долгосрочной эффективностью и рентабельностью, требуют постоянных исследований и инноваций.

### История эндоваскулярной хирургии

Корни эндоваскулярной хирургии уходят в середину XX века, когда радиологи начали изучать катетерные подходы к диагностической ангиографии. В 1964 году

Чарльз Доттер, радиолог из Орегонского университета здравоохранения, впервые выполнил чрескожную транслюминальную ангиопластику (ЧТА) для расширения суженной бедренной артерии с помощью катетера и баллона, направляемого проволокой. Эта новаторская процедура заложила основу для эндоваскулярных вмешательств и принесла Доттеру титул «отца интервенционной радиологии» [4, с.166]. На протяжении 1970-х и 1980-х годов были достигнуты значительные успехи в области эндоваскулярных методик и технологий. В 1977 году Андреас Грюнциг представил баллонную ангиопластику для лечения ишемической болезни сердца, положив начало новой эре в лечении ишемической болезни сердца. Последующие усовершенствования конструкции баллонов, систем доставки катетеров и методов визуализации привели к улучшению показателей успешности процедур и расширению сферы применения эндоваскулярных вмешательств. В 1990-х годах появились специальные эндоваскулярные устройства, разработанные специально для сосудистых вмешательств. Появление саморасширяющихся нитиноловых стентов Хулио Пальмаза и Ричарда Шатца в 1990 году произвело революцию в лечении стеноза артерий, обеспечив механическую поддержку и снизив риск отдачи сосуда и рестеноза. Стенты с лекарственной элюминацией, покрытые антипролиферативными агентами, еще больше улучшили долгосрочные результаты, подавляя неоинтимальную гиперплазию и снижая частоту процедур реваскуляризации [5, с. 686]. Помимо коронарной и периферической ангиопластики, эндоваскулярные методы успешно применяются для лечения широкого спектра сосудистых заболеваний, включая аневризмы аорты, заболевания сонных артерий и венозную тромбоземболию. Транскатетерная замена аортального клапана (TAVR), впервые предложенная Аленом Кривье и его коллегами в 2002 году, представляет собой революционный подход к лечению аортального стеноза у пациентов с высоким риском хирургического вмешательства. Аналогичным образом, эндоваскулярное восстановление аневризмы (EVAR) стало стандартом лечения отдельных пациентов с аневризмами брюшной аорты, обеспечивая снижение заболеваемости и смертности по сравнению с открытым хирургическим вмешательством [6, с. 108].

### Современные достижения в эндоваскулярной хирургии

Транскатетерные вмешательства произвели революцию в лечении структурных заболеваний сердца, обеспечив менее инвазивные альтернативы открытым хирургическим процедурам. Транскатетерная замена аортального клапана (TAVR) стала преобразующей терапией для пациентов с тяжелым аортальным стенозом, которые подвержены высокому риску хирургического вмешательства. Аналогичным образом, транскатетерные методы восстановления митрального клапана, та-

кие как система MitraClip, предлагают эффективное решение проблемы митральной регургитации у отдельных пациентов. Текущие исследования направлены на расширение возможностей применения транскатетерных вмешательств при других структурных заболеваниях сердца, включая болезни трехстворчатого клапана и врожденные пороки сердца [6, с. 110].

Методы чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) продолжают развиваться благодаря внедрению передовых устройств и методов визуализации. Стенты с лекарственной элюминацией, покрытые антипролиферативными агентами, значительно снизили частоту рестенозов и повторных процедур реваскуляризации. Биорезорбируемые скаффолды нового поколения обещают обеспечить временную поддержку коронарных артерий, способствуя при этом долгосрочному заживлению и функционированию сосудов. Кроме того, технологии внутрисосудистой визуализации, такие как оптическая когерентная томография (ОКТ) и внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ), позволяют точно оценить коронарные поражения и оптимизировать установку стентов [7, с. 397].

Эндоваскулярные методы играют центральную роль в лечении заболеваний периферических артерий (PAD), предлагая минимально инвазивные варианты реваскуляризации и спасения конечностей. Чрескожная транслюминальная ангиопластика (ЧТА) с использованием баллонов с лекарственным покрытием продемонстрировала эффективность в улучшении показателей проходимости и снижении необходимости повторных вмешательств у пациентов с бедренно-поплитеальными поражениями. Инфрапротезные вмешательства, включая ангиопластику и стентирование, все чаще используются для лечения критической ишемии конечностей, особенно у пациентов, не подходящих для хирургического шунтирования [8, с. 313].

Достижения в области робототехники и навигационных систем повысили точность и безопасность эндоваскулярных процедур. Роботизированная манипуляция катетером позволяет более ловко перемещаться в сосудистом русле, снижая лучевую нагрузку и улучшая результаты процедур. Кроме того, навигационные системы, использующие дополненную реальность, обеспечивают руководство в режиме реального времени, повышая уверенность оператора и эффективность сложных вмешательств.

### **Перспективы развития эндоваскулярной хирургии**

Будущее эндоваскулярной кардиохирургии открывает огромные перспективы благодаря достижениям в области технологий, биомедицинской инженерии и трансляционных исследований. Биорезорбируемые

скаффолды, системы доставки лекарств на основе нанотехнологий и планирование процедур на основе искусственного интеллекта — вот лишь несколько примеров инновационных решений, которые ожидают нас в ближайшем будущем. Более того, интеграция телемедицины, дистанционного мониторинга и подходов персонализированной медицины, вероятно, изменит ландшафт сердечно-сосудистой помощи, повысив ее доступность и оптимизировав результаты. Будущее эндоваскулярной хирургии открывает захватывающие перспективы, обусловленные постоянными исследованиями и технологическими инновациями.

Искусственный интеллект (ИИ) способен произвести революцию в эндоваскулярной хирургии, улучшив планирование процедур, принятие решений и результаты. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать огромные объемы данных о пациентах, визуализационных исследований и процедурных переменных для прогнозирования оптимальных стратегий лечения и определения персонализированных подходов для отдельных пациентов. Кроме того, инструменты анализа изображений на основе ИИ могут помочь в навигации в реальном времени, определении характеристик поражения и выборе устройств во время эндоваскулярных процедур, повышая точность и эффективность.

Роботизированные вмешательства будут играть все более заметную роль в эндоваскулярной хирургии, обеспечивая повышенную точность, ловкость и контроль во время процедур. Роботизированные системы позволяют дистанционно манипулировать катетерами, направляемыми проводами и устройствами в сосудистой системе, снижая усталость оператора и лучевую нагрузку, улучшая результаты процедур. Более того, достижения в технологии тактильной обратной связи позволяют операторам ощущать характеристики тканей и свойства сосудов, что еще больше повышает безопасность и эффективность процедур [9, с. 436].

Биоинженерные материалы и тканевая инженерия открывают перспективы для разработки новых имплантатов, эшафотов и устройств для эндоваскулярного применения. Биорезорбируемые скаффолды, изготовленные из биосовместимых полимеров, могут обеспечить временную структурную поддержку кровеносных сосудов, способствуя при этом естественному заживлению и ремоделированию. Аналогичным образом, тканеинженерные сосудистые трансплантаты, полученные из аутологических клеток, предлагают регенеративный подход к реконструкции сосудов, сводя к минимуму риск отторжения и тромбоза. Эти биоинженерные решения способны произвести революцию в лечении сосудистых заболеваний, обеспечив долговечные, биосовместимые альтернативы традиционным имплантатам.

Целевые системы доставки лекарств предлагают персонализированный подход к лечению сосудистых заболеваний, доставляя терапевтические агенты непосредственно к больным тканям и сводя к минимуму системные побочные эффекты. Носители лекарств на основе наночастиц могут быть разработаны таким образом, чтобы инкапсулировать и контролируемо высвобождать их в сосудистом русле, снижая риск рестеноза, тромбоза и воспаления. Кроме того, методы генной терапии позволяют целенаправленно доставлять терапевтические гены для содействия регенерации и восстановлению сосудов, предлагая потенциальные решения для лечения атеросклероза, аневризмы и других сосудистых патологий [10, с. 1440].

Технологии дистанционного мониторинга и телемедицинские платформы трансформируют оказание эндоваскулярной помощи, позволяя осуществлять дистанционный мониторинг пациентов, виртуальные консультации и телепротоколы процедур. Имплантируемые устройства, оснащенные датчиками, могут в режиме реального времени передавать медицинским работникам данные о сосудистой гемодинамике, проходимости

трансплантата и работе устройства, что позволяет выявлять осложнения на ранних стадиях и своевременно проводить вмешательство. Телемедицинские платформы облегчают виртуальные последующие визиты, обучение пациентов и междисциплинарное сотрудничество, улучшая доступ пациентов к специализированной помощи и сокращая неравенство в здравоохранении.

В заключение следует отметить, что современные достижения эндоваскулярной кардиохирургии произвели революцию в лечении сердечно-сосудистых заболеваний, предлагая менее инвазивные, более эффективные и все более персонализированные вмешательства. Благодаря инновациям, сотрудничеству и стремлению к совершенству, эта область способна удовлетворить растущие потребности пациентов и улучшить результаты лечения сердечно-сосудистых заболеваний в ближайшие годы. В этой научной статье мы подробно рассмотрим историю, современную практику и будущие перспективы эндоваскулярной кардиохирургии, проливая свет на ее преобразующее влияние на сердечно-сосудистую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глушенко В.А., Иркиенко Е.К. Сердечно-сосудистая заболеваемость — одна из важнейших проблем здравоохранения // Медицина и организация здравоохранения. 2019. №1. С. 56–63.
2. Kamal, H., Fine, E.J., Shakibajahromi, B., & Mowla, A. A history of the path towards imaging of the brain: From skull radiography through cerebral angiography. *Current journal of neurology*. 2020. №19(3), P. 131–137.
3. Malik, P., Anwar, A., Patel, R., & Patel, U. Expansion of the dimensions in the current management of acute ischemic stroke. *Journal of neurology*. 2021. №268(9). P. 3185–3202.
4. Barnwell S.L. Interventional neuroradiology. *The Western journal of medicine*. 1993. №158(2). P. 162–170.
5. Maleckis, K., Anttila, E., Aylward, P., Poulson, W., Desyatova, A., MacTaggart, J., & Kamenskiy, A. Nitinol Stents in the Femoropopliteal Artery: A Mechanical Perspective on Material, Design, and Performance. *Annals of biomedical engineering*. 2018. №46(5), P. 684–704.
6. Хавандеев М.Л., Лищук А.Н., Ерошенко С.С., Колтунов А.Н., Иванов Д.В. Транскатетерная замена аортального клапана (TAVR) как метод выбора лечения тяжёлого аортального стеноза у пациентов с низким хирургическим риском оперативного вмешательства вместо хирургической замены аортального клапана (SAVR) (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №5. С. 108–118.
7. Кодасбаев А.Т., Сахов О.С., Кулимет М.Б. Применение внутрисосудистого ультразвукового исследования в интервенционной кардиологии // Вестник КазНМУ. 2018. №3. С. 396–398.
8. Гаиров А.Д., Неъматзода О., Рахмонов Д.К., Давлатов Р.К., Калмыков Еган Л. Эндоваскулярные методы реканализации в лечении хронической ишемии нижних конечностей: современное состояние проблемы // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. 2023. №2. С. 305–317.
9. Ning, S., Chautems, C., Kim, Y., Rice, H., Hanning, U., Al Kasab, S., Meyer, L., Psychogios, M., Zaidat, O.O., Hassan, A.E., Masoud, H.E., Mujanovic, A., Kaesmacher, J., Dhillon, P.S., Ma, A., Kaliaev, A., Nguyen, T.N., & Abdalkader, M. Robotic Interventional Neuroradiology: Progress, Challenges, and Future Prospects. *Seminars in neurology*. 2023. №43(3), P. 432–438.
10. Ashique, S., Sandhu, N.K., Chawla, V., & Chawla, P.A. Targeted Drug Delivery: Trends and Perspectives. *Current drug delivery*. 2021. №18(10). P. 1435–1455.

© ЗМустафаева Лилия Февзеевна (mustafaevall@mail.ru); Котельникова Виктория Эдгарда Александровна (kotelnikova.eda123@gmail.com);

Аблямитова Фера Диялверовна (ablyamitova\_fera@mail.ru); Азизова Гульнара Леноровна (gulaazizova5@mail.ru);

Сукасян Эдуард Аветисович (sukasyan1999@bk.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»