

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PREVENTIVE MEDICINE

УДК 608:61:616.12

© Коллектив авторов, 2024

ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОЙ КАРДИОЛОГИИ

Бойцов С.А.

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. академика
Е.И. Чазова" Минздрава России, Москва, Россия

Аннотация

В Российской Федерации интенсивно развиваются научная и практическая деятельность с разработкой и внедрением принципиально новых медицинских изделий, препаратов, технологий и способов организации профилактики, лечения и реабилитации сердечно-сосудистых заболеваний. В стране в настоящее время усовершенствован комплекс мер по оказанию экстренной и неотложной медицинской помощи больным с острыми сосудистыми заболеваниями. В рамках реализации новых национальных проектов продолжена борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями, при этом фокус усилий смещен на снижение влияния ключевых факторов риска возникновения этих болезней, увеличение охвата жителей страны профилактическими медицинскими осмотрами и диспансеризацией. В последние десятилетия кардиология демонстрирует значительный прогресс благодаря новым методам диагностики и лечения. Активно внедряются в практику методы внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологической значимости стенозов коронарных артерий. Данные инновационные инвазивные технологии играют важнейшую роль в снижении больничной летальности и улучшении отдаленного послеоперационного прогноза. Намечено активное развитие неинвазивной диагностики и высокотехнологичных методов лечения. Предполагается дальнейшее развитие концепции персонализированной медицины.

Ключевые слова:

кардиология, сердечно-сосудистые заболевания, острый коронарный синдром, сердечно-сосудистая хирургия, здравоохранение.

MAIN ACHIEVEMENTS AND THE FUTURE OF RUSSIAN CARDIOLOGY

Boitsov S.A.

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Cardiology named after Academician
E.I. Chazov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract

Scientific and practical activities are intensively developing in the Russian Federation with the development and implementation of fundamentally new medical devices, drugs, technologies and methods of organizing the prevention, treatment and rehabilitation of cardiovascular diseases. The country has now improved a set of measures to provide emergency and emergency medical care to patients with acute vascular diseases. As part of the implementation of new national projects, the fight against cardiovascular diseases has continued, while the focus of efforts has shifted to reducing the impact of key risk factors for these diseases, increasing coverage of the country's residents with preventive medical examinations and medical examinations. In recent decades, cardiology has shown significant progress thanks to new methods of diagnosis and treatment. Methods of intravascular visualization and invasive assessment of the physiological significance of coronary artery stenosis are being actively introduced into practice. These innovative invasive technologies play a key role in reducing hospital mortality and improving the long-term postoperative prognosis. Active development of noninvasive diagnostics and high-tech treatment methods is planned. The concept of personalized medicine is expected to be further developed.

Keywords:

cardiology, cardiovascular diseases, acute coronary syndrome, cardiovascular surgery, healthcare.

В течение 25 лет нового тысячелетия в российской кардиологии интенсивно развиваются научная и практическая деятельность с разработкой и внедрением принципиально новых медицинских изделий, препаратов, технологий и способов организации профилактики, лечения и реабилитации сердечно-сосудистых заболеваний. За это время последовательная реализация комплексных государственных программ и проектов позволила российскому здравоохранению обеспечить снижение смертности и госпитальной летальности от болезни системы кровообращения до исторических минимумов и тем самым дополнительно сохранить немало человеческих жизней.

В первом десятилетии XXI в. В Российской Федерации проведена радикальная реорганизация системы оказания медицинской помощи больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В 2008–2012 г.г. в стране была создана сеть сосудистых центров для лечения неотложных кардиологических состояний, в первую очередь – **острого коронарного синдрома** (ОКС) и острого нарушения мозгового кровообращения. Был усовершенствован комплекс мер по оказанию экстренной и неотложной медицинской помощи больным с острыми сосудистыми заболеваниями:

- своевременный вызов и нормированный по времени приезд скорой медицинской помощи;
- проведение интенсивных лечебных и диагностических мероприятий на догоспитальном этапе;
- профильность госпитализации на базе четкой, обоснованной и эффективной маршрутизации, учитывающей количество и плотность проживающего населения, скорость доставки больных, состояние автомобильных дорог, наличие санитарной авиации, максимально быструю доставку пациентов в специализированное ангиографическое подразделение для раннего проведения чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ).

За время реализации в 2019–2024 г.г. федерального проекта «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» дооснащены и переоснащены в соответствии с современными требованиями 639 региональных сосудистых центров и первичных сосудистых отделений: введено в эксплуатацию более 28 тыс. единиц самого передового медицинского оборудования для диагностики, лечения и реабилитации сердечно-сосудистых заболеваний, включая 631 единицу тяжелого (ангиографы, компьютерные и магнитные томогра-

фы). Важно отметить, что почти половина этого оборудования (48%) – российского производства. Все это приближает самые современные методы лечения к жителям всех регионов нашей страны, включая увеличение доступности специализированной помощи и ее качества сельскому населению, что напрямую связано с выстраиванием рациональной работы службы санитарной авиации и "Скорой помощи". Итоги этих масштабных преобразований не менее впечатляющи. Важнейшим результатом федерального проекта "Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями" стало снижение смертности населения от болезней системы кровообращения в 2023 году на 4% по сравнению с 2019 годом. Больничная летальность от инфаркта миокарда снизилась на 22%, от мозговых инсультов – на 14%, количество рентгенэндоваскулярных операций увеличилось на 49%. Охват граждан с сердечно-сосудистыми заболеваниями услугами диспансерного наблюдения за последние 5 лет вырос на 49%.

За 15 лет в стране в разы увеличилось число проводимых высокотехнологичных ЧКВ: с 50 тыс. процедур в 2010 г. до 300 тыс. в 2024 г., при этом 75% операций были экстренными: при лечении ОКС. Активно внедряются в практику методы внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологической значимости стенозов коронарных артерий. Данные инновационные инвазивные технологии играют важнейшую роль в снижении больничной летальности и улучшении отдаленного послеоперационного прогноза. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование при ЧКВ в 2013 г. выполнялось в 1632 случаях в 45 стационарах, а в 2022 г. – в 6204 случаях в 100 стационарах. Проведение внутрисосудистого исследования фракционного и моментального резерва коронарного кровотока, играющего важнейшую роль в точном определении показаний к эндоваскулярному лечению, увеличилось в 10 раз: в 2013 г. оно выполнялось в 410 случаях в 30 стационарах, в 2022 г. – в 4159 случаях в 104 центрах.

Активно развивалась **сердечно-сосудистая хирургия**: за 20 лет количество проведенных операций аортокоронарного шунтирования увеличилось в 10 раз и составляет около 40 тыс. в год. За 25 лет достигнут существенный прогресс в диагностике, лечении и реабилитации врожденных пороков сердца: объем операций за это время вырос более чем в 3 раза: до более, чем 15 тыс. в год, из которых более 8 тыс. проводятся с применением искусственного кровообращения. В повсед-

невную практику активно внедряются и тиражируются новые методики лечения патологии аорты с применением эндоваскулярных технологий. Ярким примером можно считать эндопротезирование аорты. В 2014 г. было выполнено 476 таких операций в 58 центрах, в 2022 г. – 1657 операций в 117 центрах. Начиная со второго десятилетия XXI в. в Российской Федерации внедряются менее травматичные транскатетерные методики лечения клапанных пороков сердца. Самая частая из них – транскатетерное протезирование аортального клапана, которое проводится в пожилом и старческом возрасте, на фоне сопутствующих заболеваний, которые ранее считались противопоказаниями к лечению. Количество таких операций неуклонно растет: с 409 в 2015 г. до 1585 в 2022 г. Для лечения клапанной недостаточной в России также активно распространяется другой малоинвазивный метод хирургического лечения – эндоваскулярное клипирование створок митрального и трикуспидального клапанов. В первую очередь эту методику считают средством выбора у пациентов с противопоказаниями к «открытой» операции с искусственным кровообращением из-за сопутствующих заболеваний и высокого риска развития послеоперационных осложнений.

В структуре кардиохирургических вмешательств до 20% занимают высокотехнологичные **операции при нарушениях сердечного ритма и проводимости**. За последнее десятилетие число таких вмешательств в стране увеличилось на 56%, при этом более всего заметна динамика случаев имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов (+95%) и количества операций с целью устранения сердечных тахикардий (+75%).

Деструкция проводящих путей и аритмогенных зон, посредством радиочастотной и криоабляции при нарушениях ритма сердца в 2014 г. была выполнена 22 тыс. пациентов, а в 2022 – почти 40 тыс. пациентов. В структуре данных вмешательств первое место занимают эндоваскулярные методы лечения (96%), второе – хирургические (2,5%), на третьем – торакоскопические (1,2%). При деструкции проводящих путей и аритмогенных зон в 90% случаев применяют радиочастотную абляцию и в 10% - криоабляцию.

Лечение **хронической сердечной недостаточности (ХСН)** в начале XXI века претерпело существенные изменения, как в медикаментозной, так и в немедикаментозной части. Широкое внедрение в клиническую практику четырехкомпонентной схемы лечения ХСН, включающую, в том числе, ингибиторы натрий-глюкозного котранс-

портера 2-го типа и фиксированную комбинацию ингибитора ангиотензиновых рецепторов с неприлизинном (комбинация валсартана и сакубитрила) позволило существенно улучшить прогноз у пациентов с ХСН и значительно повысить их выживаемость. Внедрение практики имплантации искусственных левых желудочков при тяжелой сердечной недостаточности или хирургически устанавливаемых его обходов (искусственное сердце) позволило многим нуждающимся в трансплантации сердца пациентам существенно улучшить качество жизни в ожидании донорского органа. В последние годы пациенты, получившие современные образцы искусственного сердца, довольны качеством жизни и даже иногда отказываются от трансплантации.

С 2020 г. в Российской Федерации проводится **бесплатное лекарственное обеспечение (БЛО)** находящихся на амбулаторном диспансерном наблюдении пациентов высокого сердечно-сосудистого риска – на основании приказа Минздрава России от 9 января 2020 г. № 1н. Первоначально лицам с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений БЛО осуществлялось в течение одного года после инфаркта миокарда, инсульта или хирургической операции на сердце. Перечень лекарственных средств состоял из 23 наименований с наивысшим уровнем доказанности профилактической пользы, согласно клиническим рекомендациям. В 2022 г., в соответствии с приказом от 29 сентября 2022 г. № 639 н, программа БЛО продолжила свое развитие, в перечень лекарственных средств были добавлены современные препараты для пожизненного лечения сопутствующей выраженной хронической сердечной недостаточности (ХСН) с низкой фракцией сердечного выброса. Также с 2022 г. БЛО пациентов, перенесших острые сердечно-сосудистые осложнения и оперативные вмешательства на сердце, было продлено с одного года до двух лет.

В настоящее время перечень лекарственных препаратов для БЛО входит 31 наименование препаратов с наивысшим уровнем доказанности, согласно клиническим рекомендациям для лечения больных, в том числе и с ХСН, в соответствии с приказом Минздрава России от 6 февраля 2024 г. № 37 н.

Реализация и расширение программы бесплатного лекарственного обеспечения при сердечно-сосудистых заболеваниях является одним из государственных приоритетов по улучшению здоровья и увеличению продолжительности жизни населения. Бесплатное лекарственное обеспе-

чение благодаря национальному проекту "Здравоохранение" получили 1,8 млн пациентов высокого сердечного риска, что позволило снизить их смертность в 2 раза и сохранить до 20 тысяч жизней. Важно подчеркнуть, что бесплатное лекарственное обеспечение лиц высокого сердечного риска проводится также в 4 новых субъектах Российской Федерации.

Преемниками нацпроекта «Здравоохранение» в 2025–2030 г.г. станут новый нацпроект «Продолжительная и активная жизнь», ставящий целью достижение ожидаемой продолжительности жизни: 78 лет к 2030 г., а также нацпроект «Новые технологии сбережения здоровья», настроенный на развитие и внедрение в практику новых, передовых, инновационных технологий и достижений российской медицины.

В рамках реализации новых национальных проектов будет продолжена борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями, при этом фокус усилий будет смещен на снижение влияния ключевых факторов риска возникновения этих болезней, увеличение охвата жителей страны профилактическими медицинскими осмотрами и диспансеризацией. Намечено активное развитие неинвазивной диагностики и высокотехнологичных методов лечения: проведение свыше 570 тыс. диагностических стресс-тестов, радиоизотопных и томографических исследований сердечно-сосудистой системы, дальнейшее увеличение профильности госпитализаций больных с неотложными кардиологическими состояниями, увеличение на 15% охвата реперфузионной терапией пациентов с инфарктом миокарда госпитализированных в первые сутки, более чем двукратное увеличение количества проводимых тромбэкстракций при ишемических мозговых инсультах, ежегодное бесплатное амбулаторное лекарственное обеспечение более 785 тыс. пациентов высокого риска. К 2030 г. предстоит с 4% до 10% повысить число людей с болезнями системы кровообращения, проживших предыдущий год без острых сердечно-сосудистых осложнений. Программой государственных гарантий медицинской помощи уже в 2025 г. предусмотрено проведение в стране 334,6 тыс. операций коронарного стентирования и 61,8 тыс. имплантаций частотно-адаптированных электрокардиостимуляторов (без учета федеральных медицинских организаций), 54,3 тыс. операций радиочастотной коррекции сердечных аритмий, 67,9 тыс. операций стентирования брахиоцефальных артерий.

Несомненно, что в ближайшие годы важнейшими направлениями российской кардиологии также станут широкое и планомерное внедрение цифровых методов накопления, обработки и хранения больших массивов данных, освоение и масштабное внедрение технологий машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматизированной диагностики и поддержки принятия врачебных решений, автоматизированной контрольно-экспертной работы, дистанционного взаимодействия, научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Решение этих задач потребует больших усилий экспертов, организаторов здравоохранения и практических врачей самых разных специальностей – не только в области кардиологии, но и врачей общей практики, терапевтов, сердечно-сосудистых, рентгенэндоваскулярных и нейрохирургов, специалистов по радиоизотопной, лучевой, ультразвуковой, лабораторной и функциональной диагностике, а также специалистов в области компьютерных и интернет-технологий.

В последние десятилетия кардиология демонстрирует значительный прогресс благодаря новым методам диагностики и лечения. Однако перед кардиологией стоят новые вызовы, связанные с ростом числа сердечно-сосудистых заболеваний, их ведущей ролью в структуре смертности и старением населения.

Как правило, прогресс в той или иной области медицины связан с двумя факторами: поиском путей удовлетворить насущные запросы специалистов, а также с появлением новых технологий, которые не всегда целенаправленно развивались именно для медицины, но были успешно адаптированы.

На ближайшую перспективу прогресс в области кардиологии будет определяться, прежде всего, новыми технологиями, ассоциированными с искусственным интеллектом (ИИ), развитием визуализирующих методов диагностики, появлением новых диагностических модальностей, разработкой принципиально новых материалов, применяемых в производстве устройств для инвазивных манипуляций, а также достижениями генетики и молекулярной биологии, которые позволят принципиально изменить подходы в фармакологии.

Для того, чтобы медицина была успешна не на индивидуальном, а на популяционном уровне, она должна быть доступна для подавляющего большинства населения. Поэтому важное направление развития медицины – повышение ее доступности за счет 1) удешевления методов ди-

агностики и лечения, 2) создания более простых в эксплуатации приборов, что будет решать проблему нехватки квалифицированного медицинского персонала, 3) создание портативных диагностических устройств и аппаратов, используемых в лечении, прежде всего необходимых для нужд экстренной помощи, а также развитие телемедицинских технологий (что важно, в том числе, для малонаселенных регионов, удаленных от экспертных центров).

Принципиально новые подходы нужны в вопросах, связанных с обучением и мотивацией пациентов с точки зрения: 1) информированности о симптомах сердечно-сосудистых заболеваний, особенно требующих экстренного обращения за медицинской помощью; 2) информированности и приверженности принципам здорового образа жизни; 3) приверженности к лечению. Целесообразно широкое использование возможностей СМИ, социальных сетей, создание специализированных приложений на смартфонах и проч. Представляется, что алгоритмы на основе ИИ могли бы формировать персональную траекторию обучающихся и реабилитационных программ, опираясь на интеграцию большого объема медицинской и социальной информации о пациенте. Целесообразным было бы привлечение к разработкам таких продуктов медицинских психологов, что позволило бы давать рекомендации не в общем виде, а с учетом реальных особенностей, предпочтений, предубеждений, уровня информированности, финансовых возможностей того или иного пациента.

С учетом постарения населения частью холистического подхода к ведению кардиологических пациентов должны быть меры по профилактике, скринингу и коррекции деменции, наличие которой у пациента может свести на нет все успехи высокотехнологичной кардиологии будущего, прежде всего – в связи с нарушением приверженности к рекомендованному режиму лечения.

Исследования последних лет вновь подтвердили, что риск развития ССЗ определяется долгосрочным бременем факторов риска, которые начинают воздействовать на здоровье людей с момента рождения, а не в среднем или пожилом возрасте. Актуализация стратегии ранней (примордиальной) первичной профилактики ССЗ представляется одним из перспективных направлений развития превентивной кардиологии.

С точки зрения организации здравоохранения перспективным представляется создание алгоритмов, позволяющих анализировать эффективность (в том числе, отсроченную) тех или иных

глобальных шагов, направленных на оптимизацию кардиологической помощи. Вероятно, этому будет способствовать создание и интеграция соответствующих баз данных, которые могут быть проанализированы с использованием алгоритмов на основе ИИ.

Современная медицина предполагает владение большим объемом знаний и умений, причем этот объем постоянно возрастает. Оптимизация подходов к профессиональной подготовке и регулярной переподготовке медицинских кадров, возрастание уровня профессиональной подготовленности и роли среднего медицинского персонала – важное направление кардиологии будущего.

Доступность большого объема медицинской информации в сети интернет, информированность пациента о его правах принципиально изменило взаимоотношения в паре пациент-врач. В этой ситуации возможны самые разные сценарии: и когда «информированный» пациент настаивает на неверном методе лечения, и, напротив, когда пациент владеет вопросом лучше врача. Так или иначе, изменившиеся правила игры должны привести к развитию партнерских, а не патерналистских взаимоотношений между врачом и пациентом. Вероятно, это требует, в том числе, разработки и проведения соответствующих обучающих мероприятий для медицинского персонала.

Безопасность медицинской деятельности – одно из приоритетных направлений кардиологии будущего. Чем многообразнее становится кардиология, тем сложнее организовывать объективный и неформальный внутренний контроль качества, что также является вызовом для организаторов здравоохранения.

Ниже чуть подробнее остановимся на ожидаемых инновациях в области кардиологии.

Развитие визуализирующих диагностических методик связано с 1) повышением разрешающей способности методов (вплоть до виртуальной гистологии), 2) возможностью оценивать не только структуру, но и функцию органа (в том числе, на тканевом уровне); 3) повышением безопасности методов (снижение лучевой нагрузки, уменьшение объема или отказ от контрастных препаратов и проч.); 4) интеграцией мультимодальных данных обследования с использованием алгоритмов ИИ. Так, например, перспективные направления развития МРТ сердца – визуализация энергетического статуса различных участков миокарда, визуализация, зависящая от оксигенации структур, позволяющая выявлять самые начальные патологические изменения. Для компьютерной томо-

графии идеальным сочетанием является высокая разрешающая способность при минимизации лучевой нагрузки. Подобным требованиям отвечает, например, новейшая разработка – КТ с подсчетом фотонов. Также перспективными представляются подходы, когда при том же объеме исходных данных за счет более совершенных алгоритмов обработки информации удастся получить больше информации, что также позволит уменьшить длительность исследования и лучевую нагрузку при сохранении или улучшении качества визуализации. Таким требованиям, например, отвечает метод КТ с итеративной реконструкцией, в рамках которого изображения многократно обрабатываются для максимального устранения цифрового шума, что позволяет выполнять низкодозовые исследования без снижения качества визуализации. В кардиологической практике этот метод может быть применен в КТ- ангиографии, где очень важно получение изображений высокого разрешения. Совершенствование методов неинвазивной оценки коронарного кровотока (например, неинвазивно измеренный по данным КТ-ангиографии фракционный резерв кровотока) позволит отказаться в ряде случаев от инвазивной коронарографии, снизив риск осложнений.

Зачастую очередной «рывок» в кардиологии связан с появлением принципиально новой диагностической модальности. Так было с появлением УЗИ, ангиографии, КТ, МРТ, затем позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Поиск новых методов диагностики – важное направление кардиологии будущего.

Для рутинной клинической практики большой интерес представляет развитие дистанционного мониторинга различных функций организма.

Генетические исследования, в том числе с анализом данных полногеномного секвенирования, могут стать основой для понимания патогенеза ряда заболеваний и поиска мишеней для терапевтического воздействия, а также быть важной составляющей персонализированного подхода к ведению пациента. Полигенные шкалы риска позволяют оценивать индивидуальный риск развития ССЗ, прогнозировать их течение, а также выбирать оптимальный метод лечения. Выявление генетических причин ряда заболеваний, в том числе редких наследственных синдромов, заложит основу для лечения на основе редактирования генома (с использованием таких технологий, как CRISPR/Cas9) или коррекции транскриптома (например, с применением антисенс - олигонуклеотидов).

Развитие фармакологии в кардиологии связано с применением лекарств с принципиально новым механизмом действия (аптамеров, антисенс-нуклеотидов, малых интерферирующих РНК). Приоритетным является поиск лекарств с улучшенным профилем безопасности (например, ингибиторы XI фактора свертывания, которые воздействуют на тромбоз, но почти не воздействуют на физиологический гемостаз, что ассоциируется с меньшей частотой кровотечений, чем на фоне «классических» антикоагулянтов).

Лекарства с суперпродленным действием (на современном этапе - до 6 месяцев после однократного введения) – также часть кардиологии будущего. Такие препараты высокоэффективны, в том числе, за счет минимизации проблемы отсутствия приверженности к лечению. В наибольшей степени успехи в этом направлении достигнуты в отношении лечения дислипидемий.

В патогенезе многих ССЗ важное значение имеет воспаление - и как триггер патологических процессов, и как механизм продолжающегося повреждения сосудов и миокарда. В настоящее время отмечается всплеск интереса к противовоспалительным препаратам в кардиологии. Испытываются как хорошо ранее известные агенты (колхицин), так и принципиально новые лекарственные препараты. Например, альдеслейкин, исходно применявшийся в онкологии, согласно первым этапам исследований существенно снижает выраженность воспаления в сосудистой стенке и частоту повторных острых событий у пациентов, перенесших острый коронарный синдром.

Исходом повреждения тканей и воспаления может быть склерозирование разной степени выраженности, что само по себе может лежать в основе ухудшения функции сердца и сосудов. Развитие подходов к ингибированию патологического склерозирования/фиброза также является приоритетной задачей кардиологии в будущем.

Внедрение алгоритмов на основе ИИ является основой для «бума» в фармакологии ближайшего будущего: обработка больших баз омиксных данных позволяет идентифицировать мишени для воздействия, моделировать потенциальные действующие вещества, проводить часть исследований *in silico*, предсказывая эффективность и безопасность тех или иных фармакологических агентов. Также математические методы позволяют «перепрофилировать» ранее известные препараты по совершенно новым показаниям, что весьма перспективно, поскольку исключает дорогостоящие

этапы разработки и клинических исследований, налаживания производства лекарств и проч.

Высокотехнологичная кардиология будущего предполагает появление и развитие все большего числа малоинвазивных вмешательств с целью лечения ИБС, клапанной и другой структурной патологии сердца, нарушений ритма сердца, ТЭЛА и ХТЭЛГ, и даже артериальной гипертензии. Развитие этих технологий неразрывно связано с появлением новых материалов, характеризующихся лучшими механическими свойствами, отвечающими соответствующим задачам, а также биосовместимостью (меньшей тромбогенностью, ареактивностью, в ряде случаев – способностью к биодеградации). Например, коронарные стенты, изготовленные из подобных инновационных материалов, обладают большей прочностью и долговечностью по сравнению с традиционными аналогами, что снижает риск долгосрочных осложнений. Благодаря гибкости и упругости биосовместимых полимеров новые поколения стентов могут лучше адаптироваться к изменениям в сосудистой анатомии, обеспечивая эффективную и длительную поддержку коронарных артерий. Среди перспективных новинок – так называемые «стенты с генным покрытием» (GES) и стенты с интегрированными датчиками. GES используют стенты в качестве носителей для локализованной доставки терапевтических генов, что потенциально позволяет преодолеть ограничения традиционной генной терапии. Исследования продемонстрировали возможность локальной доставки плазмидных генов (таких как GFP и VEGF) с использованием биодеградируемых стентов, что открывает новые терапевтические возможности для лечения сосудистых поражений.

Искусственные клапаны сердца, разработанные с использованием современных биосовместимых полимеров, демонстрируют улучшенную адаптивность и большую устойчивость к износу по сравнению с обычными устройствами. В биопротезах зачастую продолжают использовать ткани животных (чаще перикард), однако для улучшения свойств биотканей используют генетическую модификацию животных, ткани которых используют. Так, исследуются биопротезы, изготовленные с использованием перикарда генномодифицированных свиней, у которых отсутствует антиген Gal за счет нокаутирования гена альфа-1,3-галактозилтрансферазы, что снижает скорость кальцификации и деградации створок протеза.

Также перспективным является разработка так называемых тканеинженерных сосудистых графтов и клапанных протезов, которые сочетают в себе каркас из биосовместимых материалов, покрытых клетками, выращенными из стволовых клеток конкретного пациента, что должно существенно снизить риск осложнений после имплантации таких графтов/протезов.

Большой интерес представляют так называемые биомиметические материалы или биомиметики – искусственные материалы (часто наноматериалы), имитирующие свойства биоматериалов или созданные на основе принципов, реализованных в живой природе.

Важными аспектами развития кардиохирургии являются технологии, направленные на повышение безопасности и увеличение эффективности вмешательств: роботическая хирургия, интраоперационная навигация в сложных анатомических структурах с использованием алгоритмов на основе ИИ, использование 3D-печати пациент-специфической модели целевых структур, полученных по данным предварительно выполненной визуализации для индивидуального планирования вмешательства и проч. Также в перспективе приоритет будет отдаваться минимально инвазивным вмешательствам с уменьшением объема повреждения тканей, уменьшения лучевой нагрузки при традиционно рентген-контролируемых вмешательствах («zero»-операции).

В настоящее время трансплантация в медицине существенным образом ограничена дефицитом донорских органов. Развитие гетеротрансплантации, трансплантация выращенных органов и отдельных структур органов, в том числе, созданных с использованием методики 3D-биопечати, клеточная терапия – перспективы данного направления кардиологии. Близкой задачей является развитие регенеративной медицины, призванной разработать подходы к профилактике образования или замещения уже сформированной рубцовой ткани.

Безусловно, в будущем предполагается дальнейшее развитие концепции персонализированной медицины. Выбор терапии на основе генетического профиля, диверсификация полигенной и мультифакториальной патологии на отдельные подвиды (АГ, дислипидемии, атеросклероз, дегенеративные процессы, воспалительные процессы и заболевания и др.) с углубленной диагностикой у отдельно взятого пациента, использование носимых/имплантируемых биосенсоров для диагностики/контроля течения заболеваний ССЗ,

применение цифровых близнецов пациентов для моделирования течения заболевания и тестирования вариантов лечения и проч. могут быть стать основой персонализированной кардиологической помощи.

Безусловно, одним из существенных инструментов кардиологии будущего будут алгоритмы на основе ИИ. Обработка и интеграция баз данных, анализ мультимодальных данных, мультимиксная интеграция данных (включая показатели внешней среды), проведение ИИ-клинических исследований, создание разнообразных систем поддержки врачебных решений, решение предиктивных задач с предсказанием ССЗ, помощь в скрининге наиболее клинически значимой патологии - неполный список задач, которые возлагает кардиологическая общественность на эти новые инструменты. Искусственный интеллект (ИИ) уже сейчас играет важную роль в кардиологии, помогая врачам анализировать большие объёмы данных и выявлять закономерности, которые могут быть незаметны при традиционном анализе.

Таким образом, будущее кардиологии выглядит многообещающим благодаря развитию новых технологий и методов исследования. Однако для достижения этих целей необходимо продолжать исследования в области генетики, регенеративной медицины и искусственного интеллекта, а также разрабатывать новые подходы к диагностике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний.

Литература

1. Бойцов С.А., Демкина А.Е., Ощепкова Е.В., Долгушева Ю.А. Достижения и проблемы практической кардиологии в России на современном этапе. Кардиология. 2019;59(3):53–59.
2. Долгушева Ю.А., Ефремова Ю.Е., Горнякова Н.Б., Кудрина В.Г., Айрапетян А.А., Миронов Н.Ю., Богданова В.О., Сорокин Е.В. Хроническая сердечная недостаточность: лекарственное обеспечение, диспансерное наблюдение и перспективы использования цифровых технологий. РМЖ. Медицинское обозрение. 2024;8(7):375-385. DOI: 10.32364/2587-6821-2024-8-7-3.
3. Недогода С.В., Лопатин Ю.М., Архипов М.В. и др. Фармакоэпидемиологический анализ рутинной практики ведения пациентов с хронической сердечной недостаточностью в Российской Федерации. Часть II. Российский кардиологический журнал. 2022;27(2):4759. DOI: 10.15829/1560-4071-2022-4759.
4. Бокерия Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия - 2022. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. Москва: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева, 2023.
5. Бокерия Л.А., Семёнов В.Ю., Милюевская Е.Б., Скопин А.И., Голубев Н.А., Прянишников В.В. Хирургическое и интервенционное лечение пациентов с ишемической болезнью сердца в Российской Федерации (статистика: 1996–2022 годы). Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2024; 3 (66): 291-301. DOI: 10.24022/0236-2791-2024-66-3-291-301
6. Аритмология – 2022. Нарушения ритма сердца и проводимости. Голухова Е.З., Милюевская Е.Б., Филатов А.Г., Семёнов В.Ю., Прянишников В. В. ISBN 978-5-7982-0452-6. С.148. 2023 г.
7. Приказ Минздрава России от 9 января 2020 г. № 1н «Об утверждении перечня лекарственных препаратов для медицинского применения для обеспечения в течение одного года в амбулаторных условиях лиц, которые перенесли острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт миокарда, а также которым были выполнены аортокоронарное шунтирование, ангиопластика коронарных артерий со стентированием и катетерная абляция по поводу сердечно-сосудистых заболеваний».

Контакты авторов:

Бойцов С.А.

e-mail: prof.boytsov@gmail.com

Конфликт интересов: отсутствует