

УДК 616.12-089

3.1.15 Сердечно-сосудистая хирургия

DOI: 10.37903/vsgma.2022.1.14

СТАНОВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАКАРДИАЛЬНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА (ИСТОРИЯ ВОПРОСА)© **Зайниддинов Ф.А.¹, Борщев Г.Г.¹, Ульбашев Д.С.¹, Степанов Д.В.²**¹*Клиника грудной и сердечно-сосудистой хирургии им. Св. Георгия, Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова, Россия, 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70*²*Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28**Резюме*

Цель. Проанализировать развитие взглядов на экстракардиальную реваскуляризацию миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца.

Методика. Сбор, систематизация и анализ исторических и научных данных по проблематике экстракардиальной реваскуляризации миокарда при ишемической болезни сердца.

Результаты. Статья посвящена историческим этапам становления методов стимуляции экстракардиального кровоснабжения у больных ИБС. Проанализированы трудности хирургического лечения пациентов с диффузным дистальным поражением коронарного русла. Показаны современные возможности преодоления вышеуказанной проблемы. Описана специально разработанная хирургическая и биотехнологическая методика «ЮрЛеон», предложенная академиком Шевченко Ю.Л., в основу которой положен принцип стимуляции ангиогенеза с целью формирования анастомозов между коронарным руслом и артериальными системами различных тканей, окружающих сердце.

Заключение. В течение десятилетий способы хирургической помощи пациентам с ИБС претерпевали значительную трансформацию. Забытые методы лечения вновь обрели свою актуальность, стремительное развитие клеточных технологий позволило усовершенствовать и дополнить методики индукции неангиогенеза.

Ключевые слова: ИБС, экстракардиальная реваскуляризация сердца, ЮрЛеон, неангиогенез, коронарное шунтирование

FORMATION OF METHODS OF EXTRACARDIAL MYOCARDIAL REVASCULARIZATION IN ISCHEMIC HEART DISEASE (BACKGROUND)Zainiddinov F.A.¹, Borshchev G.G.¹, Ulbashev D.S.¹, Stepanov D.V.²¹*St. George Clinic of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Pirogov National Medical & Surgical Center, 70, Nizhnaya Pervomayskaya St., 105203, Moscow, Russia*²*Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia**Abstract*

Objective. To analyze the development of views on extracardial myocardial revascularization in patients with coronary heart disease.

Methods. Collection, systematization and analysis of historical and scientific data on the problems of extracardial myocardial revascularization in ischemic heart disease.

Results. The article is devoted to the historical stages of the formation of methods of stimulation of extracardial blood supply in patients with coronary heart disease. The article analyzes the difficulties of surgical treatment of patients with diffuse distal coronary artery disease, shows the modern possibilities of overcoming the above problem. The review describes a specially developed surgical and biotechnological method of «YurLeon», proposed by Academician Shevchenko Y.L., based on the principle of stimulation of angiogenesis in order to form anastomoses between the coronary bed and arterial systems of various tissues surrounding the heart.

Conclusions. For decades, the methods of surgical care for patients with coronary heart disease have undergone significant transformation. Forgotten methods of treatment have regained their relevance, rapid

development of cellular technologies has made it possible to improve and supplement the methods of induction of neoangiogenesis.

Keywords: coronary artery disease, extracardial revascularization of the heart, YurLeon, neoangiogenesis, coronary bypass surgery

Введение

Наиболее эффективным методом лечения пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) является реваскуляризация миокарда. Несмотря на большие успехи коронарной хирургии, связанные с увеличением выживаемости, улучшением качества жизни, у больных с диффузным поражением венечного русла эти операции носят чаще паллиативный характер. Аутовенозные шунты, функционировавшие в течение первого года после операции, могут подвергаться в дальнейшем атеросклеротической дегенерации [11]. В 25-30% случаев диаметр артерий неприемлем для шунтирования, либо множественное дистальное поражение делает невозможным проведение операции [7, 21]. Таким образом, существует группа пациентов, которым прямая реваскуляризация миокарда в полном объеме невыполнима [8, 17, 27, 32]. Поэтому в последнее десятилетие появилась потребность поиска новых методов и подходов в лечении пациентов с диффузным коронарным атеросклерозом. В нашем литературном обзоре представлены этапы развития хирургического лечения пациентов с ИБС.

История развития экстракардиальной реваскуляризации сердца

Клиническое наблюдение Thorel С. в 1903 г. послужило толчком к изучению методов стимуляции экстракардиальной реваскуляризации сердца. При патологоанатомическом вскрытии пациента, у которого диагностированы множественные раковые метастазы, Thorel С. обнаружил полную проксимальную облитерацию обеих венечных артерий сердца, притом выявлен выраженный спаечный процесс в перикарде с формированием артериальных анастомозов. Им было предположено, что богато васкуляризированные ткани, окружающие сердце, могут являться альтернативным источником кровоснабжения миокарда [31].

Это открытие дало толчок к развитию нового направления в хирургическом лечении пациентов с ИБС и явилось одним из важных элементов в понимании приспособительных механизмов организма. Метод экстракардиальной реваскуляризации сердца заключается в фиксации к миокарду какого-либо органа или ткани для формирования новых источников кровоснабжения (рис. 1) [28].

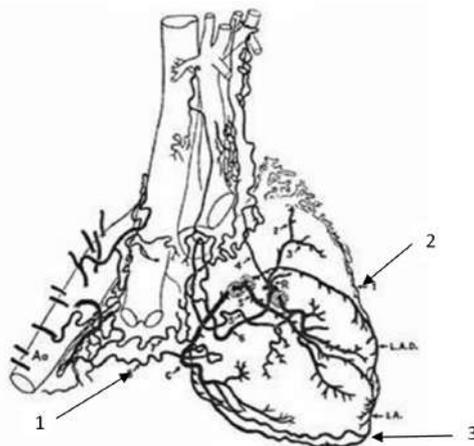


Рис. 1. Околосердечные источники кровоснабжения миокарда: 1 – бронхиально-венечные анастомозы, 2 – перикардиальные артерии (ветви внутренних грудных артерий), 3 – диафрагмальные артерии

С XX в. началось активное изучение механизмов непрямой реваскуляризации сердца. Использовать перикард как источник коллатерального кровоснабжения было предложено еще в 1932 г. Hundson С.L. [22].

В 1935 г. Бек С. опубликовал работу, в которой продемонстрировал методику операции по подшиванию грудной мышцы к сердцу. Вначале им выполнялась частичная перикардэктомия, с обработкой внутренней поверхности оставшегося перикарда абразивным материалом. Далее обнажалась большая грудная мышца с формированием лоскута кожи и мышечной фасции. Подготавливался трансплантат мышцы на ножке с прикреплением его латерально к груди, который фиксировался к эпикарду и перикарду (рис. 2) [18].

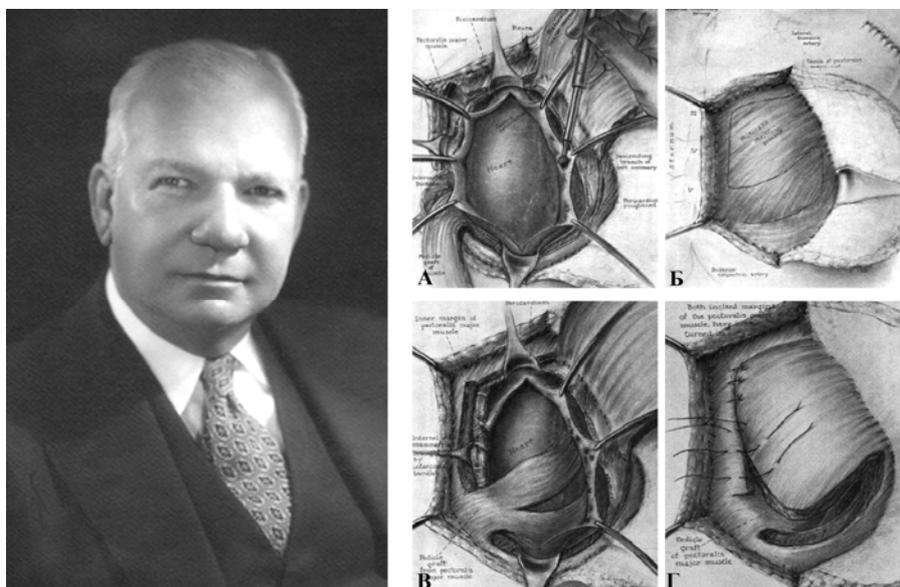


Рис. 2. Клод Шеффер Бэк (Claude Schaeffer Beck, 1894-1971). Перикард как источник коллатерального кровоснабжения: А – перикардэктомия, обработка перикарда абразивным материалом; Б – подготовка мышечного трансплантата (лоскут кожи и мышечной фасции отведен в сторону); В – фиксация трансплантата к сердцу; Г – закрытие раны (перикард оставлен открытым, сшивание краев грудной мышцы)

В дальнейшем применялись различные методы миокардиопексии с помощью лоскута межрёберных мышц, прямой мышцы живота [3]. В 1935 г. ирландский хирург O'Shanghnessy L. подшил к поверхности сердца больного со стабильной стенокардией сальник на ножке (рис. 3). К 1938 г. он располагал опытом 20-ти подобных операций [24].

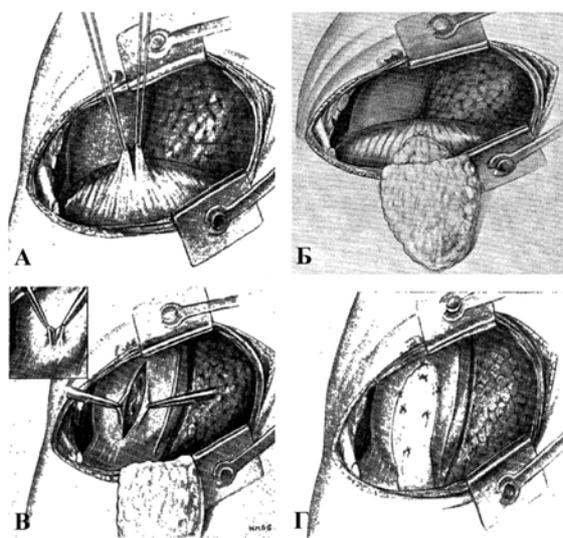


Рис. 3. Методы миокардиопексии с помощью лоскута межрёберных мышц, прямой мышцы живота: А – обеспечение доступа к сердцу, выполнение диафрагмального разреза; Б – формирование сальникового лоскута; В – перикардотомия; Г – оментокардиопексия

В 1935 г. Roberts W.I. сообщил о необходимости создания искусственного перикардита с целью развития экстракардиальных источников кровоснабжения сердца [3]. Для формирования асептического воспаления вводили различные раздражители. В следующем г. O'Shaughnessy L. стал применять алеуроновую пасту с целью получения воспалительной реакции в полости перикарда [24]. Beck C. использовал с этой же целью костяной порошок [18]. В 1938 г. Lezius A. выполнил реваскуляризацию миокарда путем фиксации к сердцу доли левого легкого. Выжили 16 из 18 собак, которым предварительно выполнили кардиопневмопексию, после перевязки левой коронарной артерии, 2 погибли от открытого пневмоторакса [23]. Подобная операция на человеке была выполнена O'Shaughnessy L. в 1939 г. [25]. Выраженного клинического эффекта не имела [3].

Операции с формированием асептического воспаления в полости перикарда для формирования в отдаленном послеоперационном периоде экстракардиальных источников кровоснабжения вновь получили широкое распространение с 1939 г., когда Thomson S. использовал для этих целей тальк. Он делал разрез над V левым реберным хрящом длиной 7,5 см до грудинно-реберного сочленения. После осторожного разделения тканей выполнял перикардотомию; для профилактики нарушения ритма сердца вводил 5 мл 2% новокаина на поверхность эпикарда. Затем наносил примерно 8 граммов стерильного талька, послойно ушивал ткани. В экспериментальных исследованиях на собаках Thompson S. проводил дополнительно к введению порошка скарификацию перикарда, через 2-3 нед. перевязывал левую коронарную артерию. Все собаки по результатам исследований выживали. В контрольной группе после перевязки левой коронарной артерии смерть собак составляла 50%, а в группе, где перевязку артерии сочетали с одномоментным введением талька – 25%. На основании этого Thomson S. заключил, что слипчивый перикардит вызывает образование новых экстракардиальных сосудов, раскрывает внутрисистемные и межсистемные коллатерали, он предположил, что ведущим моментом в неоангиогенезе является пролонгированная гиперемия на поверхности перикарда и эпикарда. Thomson S. накопил большой опыт подобных операций у пациентов с ИБС. Внутрибольничная летальность составила 10% (на 180 операций). В части случаев смерть, по мнению хирурга, не была связана с самой операцией, а произошла по другим причинам – вследствие разрыва нераспознанной аневризмы брюшной аорты или диабетической комы; тем не менее, все эти случаи вошли в статистику операционной летальности [29, 30].

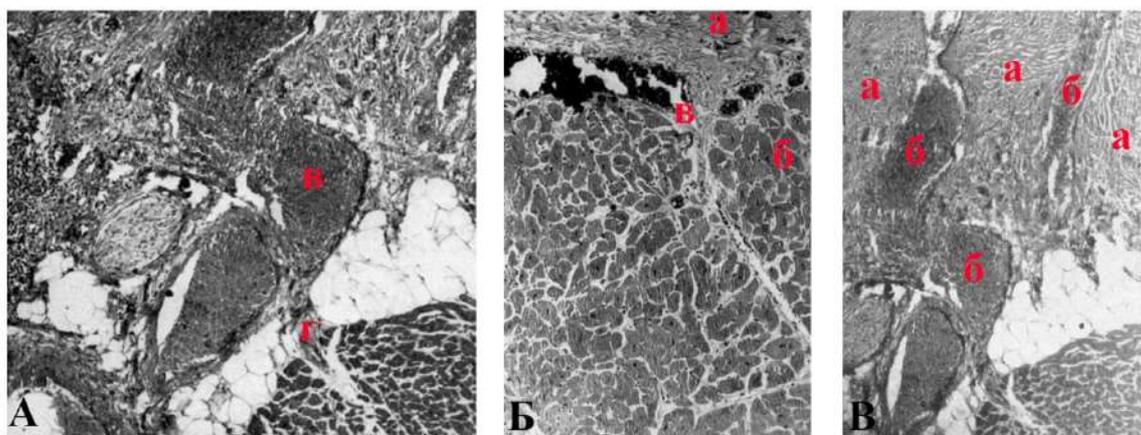


Рис. 4. Микрофотографии гистологических препаратов пациентов после введения талька и скарификации перикарда. А – перикардит с формированием новых сосудов через 10 лет после операции: зона гранулематозной ткани (а), содержащая многочисленные кровеносные сосуды, миокард (б), крупный кровеносный сосуд (в), пересекающий гранулематозную область и соединяющийся с кровеносным сосудом миокарда (г) (×160). Б – перикардит через 7,5 лет после операции: между гранулематозным воспалением перикарда (а) и миокардом (б) встречаются крупные кровеносные сосуды (в), соединяющиеся с миокардиальными кровеносными сосудами (×70). В – перикардит у пациента через 10 лет после операции: зона гранулематозного воспаления (а), крупные кровеносные сосуды (б), выходящие из перикарда и расширяющиеся ветвями в интерстиции миокарда (×68)

Согласно результатам исследований, введение в полость перикарда стерильного безводного силиката магния (талька) является хорошим методом получения перикардиальных сращений; выраженная гиперемия возникла уже в ближайшие часы и держалась до 2-3 нед. Считалось, что эта гиперемия способствует открытию уже существующих анастомозов и образованию новых.

Beck С. при подобных вмешательствах использовал костный порошок. Он первым, еще до Thompson, произвёл скарификацию эпикарда, предполагая, что в результате образования сращений произойдёт прорастание эпикардиальных сосудов миокарда. К 1941 г. им было выполнено 30 подобных операций [18, 19].

Plachta А. проводил патологоанатомическое исследование 10 больных, умерших по различным причинам, которым 14 годами ранее в полость перикарда вводился тальк и проводилась скарификация перикарда. Оказалось, что у всех были обнаружены экстракардиальные сосуды, что подтверждает гипотезу развития коллатерального кровоснабжения в ответ на воспалительный процесс в полости перикарда. В экспериментах установлено, что после операций в течение двух недель возникает бурное асептическое воспаление, сопровождающееся появлением в сращениях массы сосудов типа синусоидов. Через 3-6 мес. в сращениях выявляются крупные сосуды диаметром до 0,1-0,2 мм в диаметре (рис. 4) [26].

В 1952 г. Огнев Б.В. опубликовал исследование, в котором отметил исчезновение ангинозных болей в сердце после нанесения 10-15 сквозных насечек на перикарде [5]. В 1962 г. Никулин В.И. произвёл рассечение перикарда полностью у двух больных и получил стойкий положительный эффект [4]. В 1955 г. Wedel J. предложил использовать для непрямой реваскуляризации кожный лоскут на ножке, который выкраивался в области верхушки сердца и после перикардотомии фиксировался к поверхности миокарда (рис. 5) [20, 33].

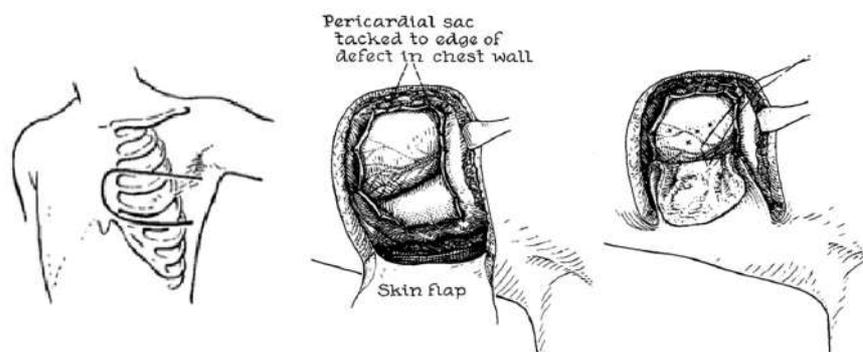


Рис. 5. Формирование кожного лоскута и его фиксация к эпикарду левого желудочка

В 1957 г. Рейнберг Г.А. разработал оригинальную операцию, которую назвал абдоминоперикардостомией с целью лечения пациентов с ИБС. Техника операции состояла в рассечении диафрагмы и перикарда, в результате полость перикарда сообщалась с брюшной полостью – снижалось давление, что, по мнению автора, тоже помогало в уменьшении болевого синдрома. При этом после перикардотомии формировались сращения с окружающими тканями и выявлялись артериальные коллатеральные сети, приводившие к дополнительному кровоснабжению миокарда [6].

В 1959 г. Петровским Б.В. (рис. 6) для укрепления линии скрепочных швов при постинфарктной аневризме левого желудочка использовал диафрагмальный мышечный лоскут. Данная операция способствовала реваскуляризации миокарда путем прорастания сосудов из лоскута в миокард. В эпоху становления сердечно-сосудистой хирургии при отсутствии возможности выполнения прямой реваскуляризации миокарда использование диафрагмы способствовало улучшению кровоснабжения миокарда за счет развития анастомозов [3].

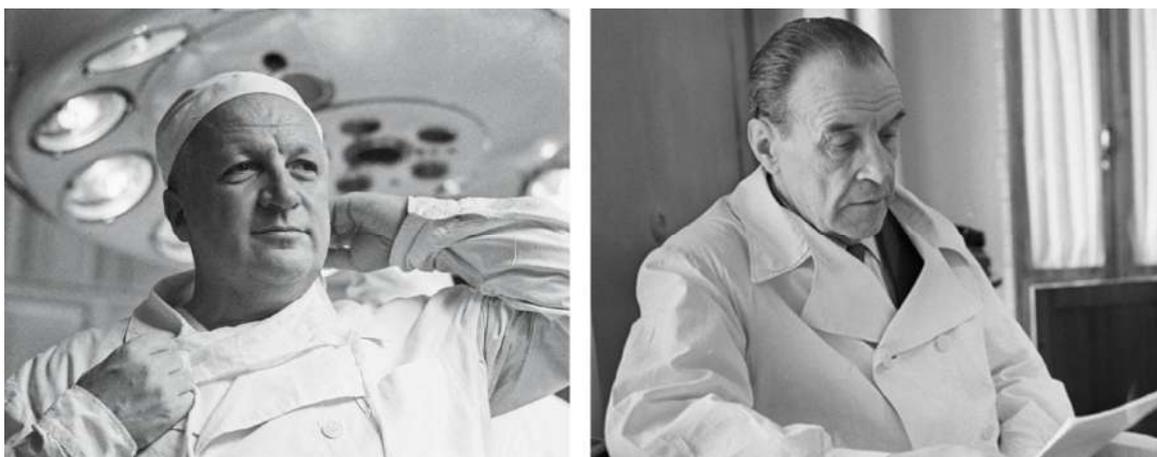


Рис. 6. Петровский Борис Васильевич (1908-2004) Бакулев Александр Николаевич (1890-1967)

В нашей стране важную роль в хирургическом лечении пациентов с ИБС сыграл один из основоположников сердечно-сосудистой хирургии СССР академик Бакулев А.Н. (рис. 6). В 1961 г. им было предложена комбинированная операция – перевязка внутренней грудной артерии для улучшения коронарного кровообращения в ближайшем послеоперационном периоде и кардиоперикардопексию, что индуцировало неоангиогенез из окружающих сердце тканей [3].

1963 г. Журавский Л.С. экспериментально разработал и применил метод еюнокардиоластики, которая выполнялась из левосторонней торакотомии. Хирург проводил разрез диафрагмы, выводил петли тонкой кишки в плевральную полость, выполнял перикардотомию и после скарификации перикарда и серозного покрова на кишке фиксировал ее к эпикарду. Предварительно создавал энтеро-энтероанастомоз, для частичного отключения используемого участка кишки из пищеварения. Однако после долгих лет изучения в отдаленном послеоперационном периоде не выявлено стойкого положительного результата от подобной операции [1, 2].

Методы непрямой реваскуляризации миокарда применялись вплоть до 80-х годов XX в., но с началом эры коронарного шунтирования были оставлены. Однако при увеличении доли пациентов с диффузным поражением коронарного русла, которым проведение прямой реваскуляризации в полном объеме стало невозможным, появилась необходимость заново возвратиться к поиску методов стимуляции экстракардиального неоангиогенеза. В течение последних нескольких лет актуальным предметом исследования стало изучение природы и функциональных особенностей различных популяций стволовых клеток во взрослом организме [27]. Основные эффекты имплантации эмбриональных клеток были изучены на ряде экспериментальных моделей как непосредственно с клеточными культурами, так и в сериях экспериментов на животных. Все они обеспечивались мощной индукцией репаративных процессов в месте повреждения. Помещенные в условия длительной гипоксии опытные культуры клеток после добавления суспензии эмбриональных кардиомиоцитов демонстрировали весьма высокую устойчивость к ишемии, выглядели неизменными и продолжали синхронно сокращаться [10, 15].

При гистологическом исследовании миокарда после введения в инфарцированную зону стволовых клеток были обнаружены кардиомиоциты на различных стадиях дифференцировки. Положительные результаты, полученные в экспериментах на животных, позволили предпринять имплантацию культуры эмбриональных кардиомиоцитов пациентам с тяжелой формой ишемической болезни сердца (рис. 7) [14, 16].

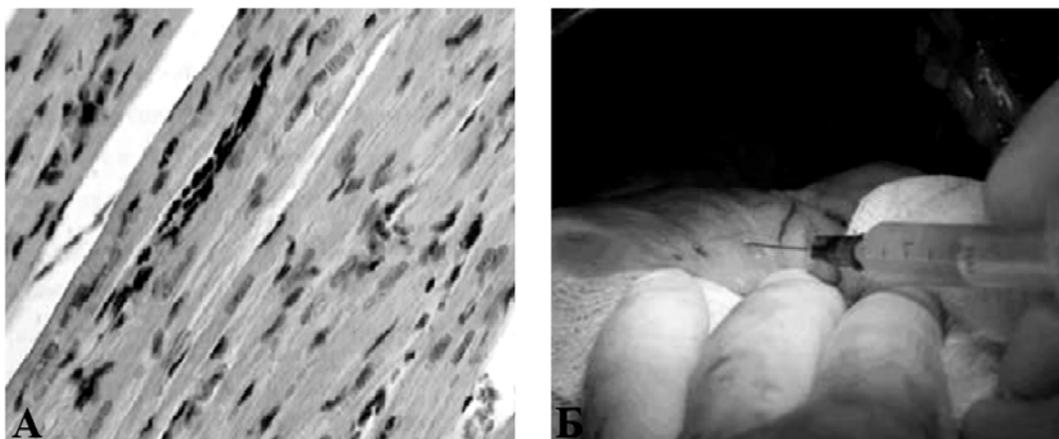


Рис. 7. Применение стволовых клеток: А – микрофотография, гистологический препарат из места имплантации эмбриональных кардиомиоцитов в область инфарктной зоны (21-е сут.) у крысы. Мышечное волокно с малодифференцированными клетками (гематоксилин-эозин, $\times 200$). Б – интраоперационное введение стволовых клеток в миокард пациенту с ИБС

Опираясь на опыт предшественников и данные современных исследований в области клеточной терапии, академиком Шевченко Ю.Л. (рис. 8) разработана новаторская методика индукции неоангиогенеза («ЮрЛеон») с целью формирования сосудистых анастомозов и коллатералей между коронарным артериальным руслом и артериальными системами различных тканей средостения, окружающих сердце. Методика стала применяться как дополнение к этапу шунтирующих операций.

Методика проводится в 2 этапа. На интраоперационном обрабатывается перикард и эпикард абразивным материалом с целью создания асептического воспаления, подготавливается медиастинальный жировой лоскут с субтотальной или частичной перикардэктомией над передней и боковой стенкой левого желудочка. Далее выполняется липокардиопексия; по диафрагмальной поверхности в оставшуюся полость перикарда устанавливается отдельный тонкий перикардиальный дренаж, дренажи подключаются к стерильному резервуару с системой активной аспирации; на послеоперационном этапе собранное в первые сутки дренажное отделяемое, содержащее факторы роста эндотелия сосудов, хранится в стерильном резервуаре при температуре $+4^{\circ}\text{C}$. На 2-3 сут. аспират центрифугируется для отделения разрушившихся форменных элементов крови и после предварительного удаления основных перикардиального и ретростернального дренажей, в объеме 50,0 мл вводится через дополнительный тонкий дренаж, который затем извлекается и отверстие герметизируется (рис. 8) [13].

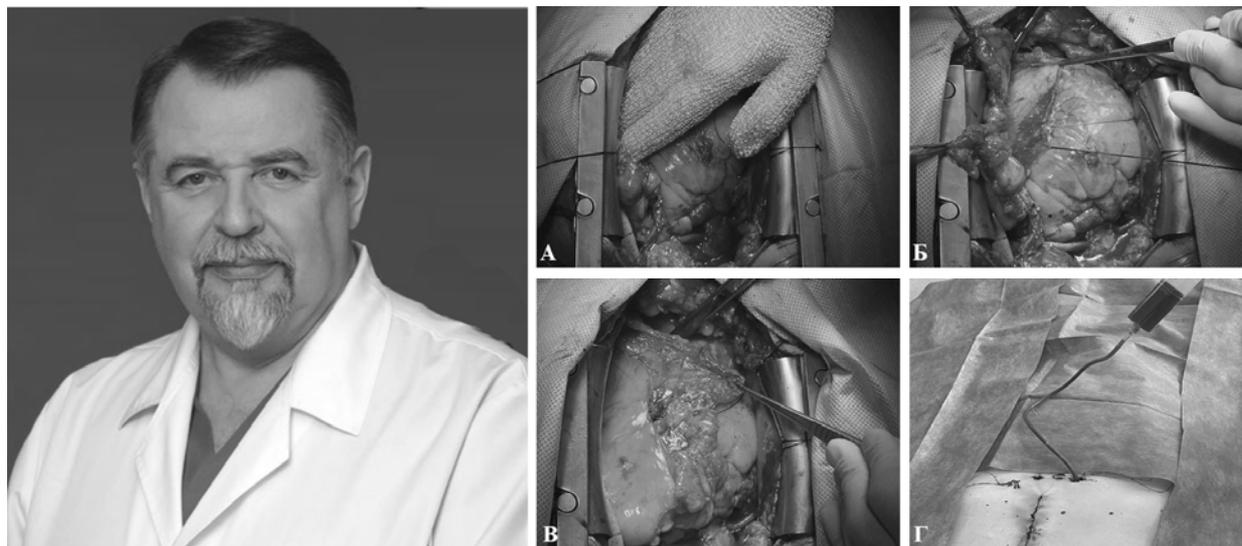


Рис. 8. Шевченко Юрий Леонидович (род. в 1947 г.). Методика индукции неоангиогенеза – «ЮрЛеон»: А – абразивная обработка перикарда и эпикарда; Б – частичная перикардэктомия, формирование жирового лоскута; В – липокардиопексия; Г – введение дренажного экссудата в полость перикарда

Дополнение коронарного шунтирования методикой «ЮрЛеон» продемонстрировало свою клиническую эффективность и безопасность в лечении больных ИБС с диффузным поражением коронарного русла, улучшая клинические данные и прогноз. А по данным контрольной коронарошунтографии через год у пациентов выявляются множественные артериальные ветви из экстракардиальных источников (рис. 9) [11, 12].

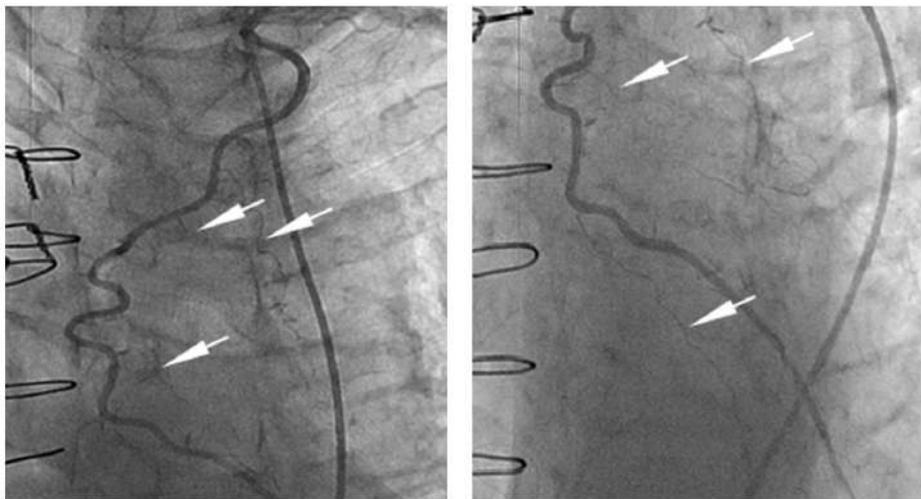


Рис. 9. Коронарошунтография пациентов через 12 мес. после дополнения коронарного шунтирования методикой «ЮрЛеон». Появление множественных мелких сосудистых ветвей из ЛВГА (указаны стрелкой)

Несмотря на внушительную историю развития методов хирургического лечения пациентов с ИБС их эффективность, остается необходимость продолжения исследований в этой области, изучения особенностей мини-инвазивных технологий стимуляции экстракардиальной реваскуляризации миокарда.

Заключение

В течение десятилетий способы хирургической помощи пациентам с ишемической болезнью сердца претерпевали значительную трансформацию. Забытые методы лечения вновь обрели свою актуальность, стремительное развитие клеточных технологий позволило усовершенствовать и дополнить методики индукции неоангиогенеза. При подходе к лечению больных ИБС с диффузным атеросклеротическим поражением коронарного русла, отсутствием возможности прямого восстановления кровотока в венечных артериях важно учитывать всю совокупность структурных процессов, вызванных нарушениями гемодинамики и использовать весь высокотехнологичный потенциал, имеющийся в настоящее время в арсенале кардиохирургических клиник.

15-летний опыт применения методики «ЮрЛеон» у 1 090 больных показал весьма обнадеживающие результаты в отдаленные сроки после операции: происходило значительное улучшение качества жизни, сократительной способности и перфузии миокарда по сравнению с пациентами после изолированного выполнения коронарного шунтирования. Полученные результаты позволяют продолжить изучение и разработку методики индукции экстракардиального неоангиогенеза у больных ИБС, которым невозможно выполнить прямую реваскуляризацию.

Литература (references)

1. Журавский Л.С. Дополнительное кровоснабжение миокарда с помощью тонкокишечного трансплантата // Грудная хирургия. – 1965. – №3. – С. 34-39. [Zhuravskij L.S. *Grudnaya hirurgiya*. Thoracic surgery. – 1965. – N3. – P. 34-39. (in Russian)]
2. Журавский Л.С. Наш опыт клинического применения еюнокардиоластики при лечении ишемической болезни сердца // Грудная хирургия. – 1969. – №6. – С. 21-24. [Zhuravskij L.S. *Grudnaya hirurgiya*. Thoracic surgery. – 1969. – N6. – P. 21-24. (in Russian)]
3. Мыш Г.Д., Непомнящих Л.М. Ишемия миокарда и реваскуляризация сердца. – Новосибирск: Наука, 1980. – 296 с. [Mysh G.D., Nepomnyashchih L.M. *Ishemiya miokarda i revaskulyarizaciya serdca*. Myocardial ischemia and cardiac revascularization. – Novosibirsk: Nauka, 1980. – 296 p. (in Russian)]
4. Никулин В.И. Широкая перикардотомия при хронической коронарной недостаточности // Симпозиум по хирургическому лечению коронарной болезни. – Москва, 1962. – С. 57-58. [Nikulin V.I. *Simpozium po hirurgicheskomu lecheniyu koronarnoj bolezni*. Symposium on surgical treatment of coronary disease. – Moscow, 1962. – P. 57-58. (in Russian)] Огнев Б.В. Оперативные вмешательства на перикарде при сердечной астме // Хирургия. – 1952. – №8. – С. 66-70. [Ognev B.V. *Hirurgiya*. Surgery. – 1952. – N8. – P. 66-70. (in Russian)]
5. Рейнберг Г.А. Абдоминализация сердца – новый принцип хирургического лечения коронарной болезни // Хирургия. – 1957. – №1. – С. 16-19. [Rejnberg G.A. *Hirurgiya*. Surgery. – 1957. – N1. – P. 16-19. (in Russian)]
6. Хубулава Г.Г., Козлов К.Л., Федорев В.Н. и др. Особенности проблемы и перспективы реваскуляризации миокарда у пациентов пожилого и старческого возраста // Успехи геронтологии. – 2007. – Т.20, №4. – С. 94-105. [Hubulava G.G., Kozlov K.L., Fedorec V.N. i dr. *Uspekhi gerontologii*. Advances in Gerontology. – 2007. – V.20, N4. – P. 94-105. (in Russian)]
7. Хубулава Г.Г., Пайвин А.А., Волков А.М. и др. Особенности хирургического лечения рецидива ишемии миокарда у пациентов после коронарного шунтирования // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета. – 2009. – Т.1, №3. – С. 21-28. [Hubulava G.G., Pajvin A.A., Volkov A.M. i dr. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. Bulletin of the North-Western State Medical University. – 2009. – V.1, N3. – P. 21-28. (in Russian)]
8. Шевченко Ю.Л., Виллер А.Г. Эндоваскулярная реканализация венечных артерий и аутовенозных шунтов // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2007. – Т.2, №1. – С. 19-27. [Shevchenko Yu.L., Viller A.G. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra imeni N.I. Pirogova*. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. – 2007. – V.2, N1. – P. 19-27. (in Russian)]
9. Шевченко Ю.Л. Клеточные технологии в кардиологии // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2003. – №11. – С. 6-10. [Shevchenko Yu.L. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk*. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. – 2003. – N11. – P. 6-10. (in Russian)]
10. Шевченко Ю.Л., Виллер А.Г. Экстракардиальная реваскуляризация у больных ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования – существующий фактор кровоснабжения миокарда // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2007 – Т.2. – №2. – С. 9-14. [Shevchenko Yu.L., Viller A.G. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra imeni N.I. Pirogova*. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. – 2007 – V.2. – N2. – P. 9-14. (in Russian)]
11. Шевченко Ю.Л., Зайниддинов Ф.А., Борщев Г.Г. и др. Качество жизни больных ИБС с диффузным поражением коронарного русла в разные сроки после АКШ, дополненного методикой ЮрЛеон // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2021 – Т.16. – №4. – С. 30-35. [Shevchenko Yu.L., Zajniddinov F.A., Borshchev G.G., et al. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra imeni N.I. Pirogova*. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. – 2021. – V.16, N4. – P. 30-35. (in Russian)]
12. Шевченко Ю.Л., Зайниддинов Ф.А., Борщев Г.Г. и др. Результаты комплексного хирургического лечения пациентов с ишемической болезнью сердца // Клиническая медицина. – 2020. – Т.98, №11-12. – С. 766-771. [Shevchenko Yu.L., Zajniddinov F.A., Borshchev G.G. i dr. *Klinicheskaya medicina*. Clinical Medicine. – 2020. – V.98, N11-12. – P.766-771. (in Russian)]
13. Шевченко Ю.Л., Матвеев С.А. Имплантация эмбриональных кардиомиоцитов в инвалидный миокард (перспективы заместительной терапии) // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 1999. – №1. – С. 94-96. [Shevchenko Yu.L., Matveev S.A. *Vestnik Rossijskoj Voенно-medicinskoj akademii*. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. – 1999. – N1. – P. 94-96. (in Russian)]
14. Шевченко Ю.Л., Матвеев С.А. Клеточные технологии в сердечно-сосудистой хирургии. – М.: Медицина, 2005. – 160 с. [Shevchenko Yu.L., Matveev S.A. *Kletochnye tekhnologii v serdechno-sosudistoj hirurgii*. Cell technologies in cardiovascular surgery. – Moscow: Medicina, 2005. – 160 p. (in Russian)]

15. Шевченко Ю.Л., Матвеев С.А., Гудымович В.Г. 23-летний результат имплантации культуры эмбриональных кардиомиоцитов в инвалидный (после двух инфарктов) миокард // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2021. – Т.16. – №2. – С. 142-145. [Shevchenko Yu.L., Matveev S.A., Gudymovich V.G. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra imeni N.I. Pirogova*. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. – 2021. – V.16, N2. – P. 142-145. (in Russian)]
16. Шевченко Ю.Л., Симоненко В.Б., Борщев Г.Г. Экстракардиальная реваскуляризация миокарда при диффузном поражении коронарного русла, как компонент комплексного лечения больных ИБС // Клиническая медицина. – 2018 – Т.96. – №11. – С. 10-18. [Shevchenko Yu.L., Simonenko V.B., Borshchev G.G. *Klinicheskaya medicina*. Clinical Medicine. – 2018 – V.96. – N11. – P. 10-18. (in Russian)]
17. Beck C.S. The development of a new blood supply to the heart by operation // *Annals of Surgery*. – 1935. – V.102. – N5. – P. 801-813.
18. Beck C. Revascularization of the heart // *Annals of Surgery*. – 1948. – V.4. – P. 854-864.
19. Bothe F.A., Sylvester L.E., Batson O.V. Revascularization of the heart with a direct skin flap // *Plastic and Reconstructive Surgery*. – 1955. – V.16, N3. – P. 216-225.
20. Effler D.B. Myocardial revascularization - direct or indirect? // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 1971. – V.61. – P. 498-500.
21. Hundson C.L., Moritz A.K., Wearn J.T. The extracardiac anastomoses of the coronary arteries // *Journal of Experimental Medicine*. – 1932. – V.4. – P. 919-925.
22. Lezius A. Die anatomischen und funktionellen Grundlagen des Kunstlichen Blutversorgung des Herzmuskels durch die Lunge bei Coronararterien-Verschluss // *Archiv für klinische Chirurgie*. – 1938. – V.191. – P. 101-139.
23. O'Shaughnessy L. Surgical treatment of cardiac ischemia // *Lancet*. – 1937. – N1. – P. 185.
24. O'Shaughnessy L., Slomie D., Watson F. Surgical revascularization of the heart; experimental basis // *Lancet*. – 1939. – V.1. – P. 617-621.
25. Plachta A., Thompson S., Spur F. Pericardial and myocardial vasculazation following cardiopericardiopexy // *A.M.A. Archives of Pathology*. – 1955. – V.59. – P. 151-161.
26. Salomon N.W., Page U.S., Bigelow J.C. Reoperative coronary surgery. Comparative analysis of 6591 patients undergoing primary bypass and 508 patients undergoing reoperative coronary artery bypass // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 1990. – V.100. – P. 250-260.
27. Seiler C. The human coronary collateral circulation // *European Journal of Clinical Investigation*. – 2010. – V.40. – N5. – P. 465-476.
28. Thompson S.A. Experiences with cardiopericardiopexy in the treatment of coronary disease // *Journal of American Medicine*. – 1953. – V.152. – P. 678-681.
29. Thompson S.A., Raisbeck M.J. Cardiopericardiopexy; the surgical treatment of coronary arterial disease by the establishment adhesive pericarditis // *American International Dud*. – 1942. – V.16. – P. 495-520.
30. Thorel C. Pathologie der Kreislauforgane // *Ergebnisse der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie*. – 1903. – Bd.9. – P. 551.
31. Verheul H.A., Mouljij A.C. Hondema S. Late results of 200 repeat coronary artery bypass operations // *American Journal of Cardiology*. – 1991. – V.67. – P. 24-30.
32. Wedel J., Conn G., Lord J. Revascularization of the heart by pedicled skin flap // *Surgery*. – 1955. – V.37. – P. 32-53.
33. Yu H., Lu K., Zhu J., et al. Stem cell therapy for ischemic heart diseases // *British Medical Bulletin*. – 2017. – V.121. – N1. – P. 135-154.

Информация об авторах

Зайниддинов Феруз Абдухакимович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры грудной и сердечно-сосудистой хирургии с курсами рентгенэндоваскулярной хирургии, хирургической аритмологии и хирургических инфекций, кардиохирург отделения сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. E-mail: ferzay73@gmail.com

Борщев Глеб Геннадьевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры грудной и сердечно-сосудистой хирургии с курсами рентгенэндоваскулярной хирургии, хирургической аритмологии и хирургических инфекций ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. E-mail: glebcenter@mail.ru

Ульбашев Даниил Сергеевич – аспирант кафедры грудной и сердечно-сосудистой хирургии с курсами рентгенэндоваскулярной хирургии, хирургической аритмологии и хирургических инфекций ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. E-mail: dan103@mail.ru

Степанов Дмитрий Владимирович – преподаватель кафедры нормальной физиологии, научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России». E-mail: step1751@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.