

Оригинальные исследования

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021

Шевченко Ю.Л., Борщев Г.Г., Вахромеева М.Н., Вахрамеева А.Ю., Ульбашев Д.С.

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Клиника грудной и сердечно-сосудистой хирургии имени Святого Георгия, ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 105203, Москва, Россия

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является основной причиной возникновения и прогрессирования сердечной недостаточности, а также смертности среди взрослого населения как в России, так и во всем мире. Определение функционального состояния миокарда до операции позволяет выбрать верную тактику лечения, метод хирургической коррекции нарушений коронарного русла и прогнозировать исходы. **Цель.** Улучшить методы прогнозирования исходов реваскуляризации путем создания математической модели с учетом количества жизнеспособного миокарда. **Материал и методы.** Обследовано 118 пациентов с диагнозом ИБС, которым в НМХЦ им. Н.И. Пирогова проведена хирургическая коррекция нарушений коронарного кровотока методами прямой и непрямой реваскуляризации. Анализировалась корреляционная зависимость показателей синхро-ОФЭКТ, ЭхоКГ и результатов операции. **Результаты.** Выявлена обратная сильная корреляционная зависимость сократительной способности ЛЖ после операции от дооперационного количества рубцового миокарда, конечного диастолического объема ЛЖ ($p < 0,05$, критерий Спирмена). Прямая корреляционная связь определяется между улучшением ФВ ЛЖ и объемом гибернированного миокарда ($p < 0,05$, критерий Спирмена). Сформулирована модель прогнозирования ФВ после реваскуляризации:

$$\text{ФВ}_{\text{после реваскуляризации}}(\%) = 70,99126 - 0,10490 \times \text{КДО(мл)} + 0,38827 \times \text{гибернированный миокард}(\%) - 0,50137 \times \text{рубцовая ткань}(\%)$$

Заключение. Статистическое моделирование на основе количественной и качественной оценки функционального состояния миокарда у больных ИБС с помощью синхро-ОФЭКТ и ЭхоКГ — актуальный и необходимый путь поиска оптимальных решений в лечении и реабилитации пациентов с ИБС.

Ключевые слова: прогнозирование в кардиохирургии; Юр.Леон; синхро-ОФЭКТ; ЭхоКГ; коронарное шунтирование; неоангиогенез; гибернированный миокард; ишемическая болезнь сердца.

Для цитирования: Шевченко Ю.Л., Борщев Г.Г., Вахромеева М.Н., Вахрамеева А.Ю., Ульбашев Д.С. Анализ количественных и качественных показателей функции миокарда при планировании и оценке результатов хирургического лечения больных ишемической болезнью сердца. *Клиническая медицина*. 2021;99(1):30–35.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2020-99-1-30-35>

Для корреспонденции: Борщев Глеб Геннадьевич — д-р мед. наук, доцент кафедры грудной и сердечно-сосудистой хирургии, кардиохирург отделения сердечно-сосудистой хирургии; e-mail: glebcenter@mail.ru

Информация об авторах

Шевченко Ю.Л. (Shevchenko Yu.L.), <http://orcid.org/0000-0001-7473-7572>

Борщев Г.Г. (Borshchev G.G.), <http://orcid.org/0000-0002-8332-7521>

Ульбашев Д.С. (Ulbashev D.S.), <http://orcid.org/0000-0003-3288-8414>

Shevchenko Yu.L., Borshchev G.G., Vakhromeeva M.N., Vakhrameeva A.Yu., Ulbashev D.S.

ANALYSIS OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF MYOCARDIAL FUNCTION FOR PLANNING AND EVALUATION OF THE SURGICAL TREATMENT RESULTS IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

St. George Clinic of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Pirogov National Medical and Surgical Center of the Ministry of Health of Russia, 105203, Moscow, Russia

Coronary heart disease (CHD) is the main cause of the occurrence and progression of heart failure, as well as mortality among the adult population, both in Russia and around the world. Determining the functional state of the myocardium before surgery allows one to choose the right treatment strategy, methods of surgical correction of coronary disorders, and predict outcomes. **Aim.** The research aims at the improvement of methods for predicting revascularization outcomes by creating a mathematical model depending on the number of viable myocardium. **Material and methods.** We examined 118 patients with a diagnosis of CHD who underwent surgical correction of coronary blood flow disorders with the use of direct and indirect revascularization methods at the Pirogov National Medical Center. We analyzed correlation between gated-SPECT, Echocardiography and operation results. **Results.** An inverse strong correlation has been found between LV contractility after surgery and the preoperative amount of scar myocardium and the end diastolic volume (EDV) LV ($p < 0,05$, Spearman criterion). A direct correlation has been determined between the improvement of EF and the volume of the hibernated myocardium ($p < 0,05$, Spearman criterion). There is a model for predicting EF after revascularization:

$$\text{Ejection fraction (after revascularization)}(\%) = 70.99126 - 0.10490 \times \text{EDV (ml)} + 0.38827 \times \text{hibernated myocardium}(\%) - 0,50137 \times \text{scar myocardium}(\%)$$

Conclusion. *Statistical modeling based on quantitative and qualitative assessment of the functional state of the myocardium in patients with CHD with the use of gated-SPECT and Echocardiography is an actual and necessary way to find optimal solutions in the treatment and rehabilitation of patients with CHD.*

Key words: *prediction in cardiac surgery; YurLeon; gated-SPECT; Echo; CABG; neoangiogenesis; hibernation; coronary artery disease.*

For citation: Shevchenko Yu.L., Borshchev G.G., Vakhromeeva M.N., Vakhrameeva A.Yu., Ulbashev D.S. Analysis of quantitative and qualitative indicators of myocardial function for planning and evaluation of the surgical treatment results in patients with coronary heart disease. *Klinicheskaya meditsina*. 2021;99(1):30–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2020-99-1-30-35>

For correspondence: Gleb G. Borshchev — MD, PhD, Associate Professor of the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Cardiac Surgeon of the Department of Cardiovascular Surgery; e-mail: glebcenter@mail.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 08.10.2020

Сердечно-сосудистые заболевания остаются одной из самых частых патологий в наше время. По данным Федеральной службы государственной статистики, в последнее время сохраняется рост заболеваемости: в 2013 г. количество граждан РФ, которым диагноз был поставлен впервые, составило 4285 человек, в 2018 г. этот показатель увеличился до 4784 пациентов, прирост составил 12%. Лидирующее место среди сердечно-сосудистых заболеваний занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС) [1].

Восстановление функции левого желудочка (ЛЖ) после коррекции нарушений коронарного кровообращения — основная цель лечения, влияющая как на качество жизни пациентов, так и на прогноз заболевания. Оценка состояния миокарда до операции (жизнеспособный, гибернированный или рубец) радионуклидными методами позволяет прогнозировать исходы лечения при восстановлении кровотока в миокарде. Однако до настоящего времени нет точных математических моделей, позволяющих это осуществить.

Материал и методы

Обследовано 118 пациентов с диагнозом ИБС, которым проведена хирургическая реваскуляризация миокарда в НМХЦ им. Н.И. Пирогова: 73 (61,86%) мужчин и 45 (38,14%) женщин в возрасте от 50 до 74 лет. До оперативного вмешательства у пациентов проводилось клиническое обследование с анализом жалоб, данных анамнеза заболевания, объективных методов исследования, получено согласие на включение в исследование и обработку данных. 31 пациенту была проведена транскатетерная баллонная ангиопластика со стентированием коронарных артерий. 44 пациентам выполнено коронарное шунтирование (КШ). У 43 пациентов оно дополнено методикой непрямого реваскуляризации миокарда ЮрЛеон (КШ + ЮрЛеон).

До операции методом синхро-ОФЭКТ проводили определение дефектов накопления радиофармпрепарата (РФП) и дифференциальный анализ жизнеспособности сегментов ЛЖ. После реваскуляризации оценивали динамику восстановления перфузии и функции миокарда. Исследование пациентам выполняли по полному стандартному клиническому протоколу. Использовали

РФП ^{99m}Tc -технетрил, который вводили внутривенно в дозах 300 МБк на пике нагрузочного теста и 900 МБк в покое. Регистрацию сцинтиграфических изображений проводили на гибридной установке ОФЭКТ/КТ «Discovery NM CT 670». Проводили синхронизацию перфузионных изображений с ЭКГ по R-зубцу. При наличии противопоказаний к выполнению нагрузочных проб (ФВ ЛЖ менее 35%, значимый стеноз ствола левой коронарной артерии или эквивалент стеноза и т.д.) синхро-ОФЭКТ до операции выполняли только в покое. По данным синхро-ОФЭКТ определяли следующие показатели: rest extent of defect (%) — размер дефекта (в процентах от площади полярной карты ЛЖ); severity of defect — тяжесть дефекта (в стандартных отклонениях от нормальных значений); total perfusion deficit — общий перфузионный дефицит (интегральный показатель); количество гибернированного миокарда (%), определенное при сопоставлении с функциональными картами, на которых оценивали региональное систолическое утолщение — «wall-thickening» (WT) — миокарда ЛЖ.

ЭхоКГ выполняли на аппарате «General Electric Vivid 7» с использованием трансторакальных датчиков. Исследование проводили до операции; ежедневно при нахождении больного в ОРИТ; 1 раз в 4 суток при пребывании пациента в отделении и перед выпиской. Учитывали следующие показатели: размер и объем левого предсердия (ЛП); размер правого желудочка (ПЖ). Состояние левого желудочка (ЛЖ) оценивали по конечному диастолическому и конечному систолическому объемам (КДО, КСО), ударному объему (УО), конечному диастолическому и конечному систолическому размерам (КДР, КСР), толщине межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки ЛЖ (ЗСЛЖ). Измеряли фракцию выброса (ФВ) по формуле Симпсона. Регистрировали следующие формы локального нарушения сократимости миокарда: гипокинезию и акинезию. Использовали схему сегментарного строения ЛЖ. Анализ включал в себя 6 базальных, 6 средних, 4 апикальных и 1 истинно апикальный сегмент. Сегменты в базальной и средней частях ЛЖ: передний, переднеперегородочный, нижнеперегородочный, нижний, нижнебоковой, переднебоковой. В апикальной части ЛЖ различали 4 сегмента: передний,

перегородочный, нижний и боковой. Отдельно выделен истинно апикальный сегмент.

Для статистического анализа полученных результатов использованы следующие методы: непараметрические критерии Вилкоксона для взаимосвязанных переменных, *метод корреляции Спирмена*. Сила связи оценивалась по величине коэффициента корреляции (r): менее 0,25 — связь слабая, от 0,25 до 0,75 — умеренная, более 0,75 — сильная. При r более 0 — связь прямая, менее 0 — обратная. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Для прогнозирования значений выходного параметра в зависимости от значений факторов использовался метод многомерного регрессионного анализа, в результате чего строилась линейная модель — уравнение регрессии: $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_kx_k$, где y — прогнозируемый параметр; $b_0, b_1, b_2, b_3 \dots b_k$ — коэффициенты модели; $x_1, x_2, x_3 \dots x_k$ — возможные значения факторов. Информационную способность модели оценивали по величине коэффициента детерминации (R^2), показывающего степень влияния входящих в модель признаков на дисперсию выходного параметра ($0 < R^2 < 1$). Показатели описательной статистики включали определение следующих величин: число наблюдений (n), среднее значение (M), стандартное отклонение (δ), количественные результаты записывались в виде $M \pm \delta$.

Результаты

При анализе динамики изменения перфузии миокарда было выявлено, что после реваскуляризации миокарда дефект перфузии (rest extent) уменьшался с $14,33 \pm 13,13\%$ (до операции) до $8,88 \pm 8,40\%$ (после операции) ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона). Глобальная систолическая функция сердца при этом увеличилась с $50,94 \pm 10,22$ до $55,08 \pm 8,81$ ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона).

По данным синхро-ОФЭКТ выявлена прямая корреляционная связь между количеством гибернированного миокарда до операции и улучшением сократительной способности ЛЖ после коррекции нарушений коронарного кровотока ($r = 0,56$; $p < 0,05$, критерий Спирмена) (рис. 1, см. на 3-й стр. обложки).

Обратная сильная корреляционная связь обнаружена между количеством рубцового миокарда до операции и изменением функции ЛЖ после операции ($r = -0,71$; $p < 0,05$, критерий Спирмена) (рис. 2, см. на 3-й стр. обложки).

Учитывая дооперационные показатели КДО ЛЖ, определенные с помощью ЭхоКГ, установлена их обратная сильная корреляционная связь с послеоперационной ФВ ЛЖ ($r = -0,70$; $p < 0,05$, критерий Спирмена) (рис. 3, см. на 3-й стр. обложки).

Согласно корреляционному анализу у исследуемых пациентов с ИБС можно прогнозировать улучшение ФВ после полной реваскуляризации, зная количество гибернированного и рубцового миокарда, а также показатели КДО ЛЖ ($p < 0,05$ ANOVA. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,70).

Статистическая модель прогнозирования функции ЛЖ в послеоперационный период:

$$\text{ФВ}_{\text{после реваскуляризации}} (\%) = 70,99126 - 0,10490 \times \text{КДО (мл)} + 0,38827 \times \text{гибернированный миокард (\%)} - 0,50137 \times \text{рубцовая ткань (\%)}$$

Клиническое наблюдение

Пациент П., 60 лет, поступил в кардиохирургическое отделение НМХЦ им. Н.И. Пирогова с жалобами на одышку, приступы болей в области сердца давящего характера, возникающие при незначительной физической нагрузке (подъем на 2-й этаж, ходьба на 150 м), купирующиеся в покое. Эпизодически отмечает подъемы АД до 180/100 мм рт. ст.

Из анамнеза известно, что длительно страдает сахарным диабетом 2-го типа. Толерантность к физической нагрузке снижена последние 3 нед. 7–8 июля 2019 г. отмечал эпизод выраженной одышки длительностью несколько часов, сопровождавшийся дискомфортом в левой и правой половине грудной клетки и между лопатками. Данные симптомы возникли в покое. К врачам не обращался. В дальнейшем беспокоила одышка при физической нагрузке, дискомфорт за грудиной не отмечался. Настоящее ухудшение 25.07.2019 г., когда вновь ощутил приступ усиливающейся одышки, менее продолжительный, чем в начале июля, в связи с чем обратился в КДЦ Измайловский. На ЭКГ зарегистрирован подъем ST, отрицательные зубцы T, что послужило поводом для госпитализации. В срочном порядке выполнена коронарография, выявившая стенозирующий атеросклероз коронарных артерий (ПМЖВ — стеноз в проксимальном сегменте до 90%. ДВ1 — стеноз в среднем отделе до 70%. ДВ2 — стеноз в проксимальном отделе до 65%. ВТК2 — стеноз до 90% в проксимальном отделе. ПКА — стеноз до 75% в проксимальном сегменте).

До и после операции проводилось исследование синхро-ОФЭКТ, ЭхоКГ.

ЭхоКГ от 29.07.2019. КДО: 147, КСО: 89, УО: 60, ФВ ЛЖ 39% (Симпсон). Клапаны уплотнены. МР I ст., ТР 0 ст., АР 0 ст. Дилатация левых камер сердца. Акинез апикальных сегментов, 2/3 МЖП и 2/3 передней стенки, гипокинез средних сегментов боковой и нижней стенки. Признаков легочной гипертензии нет.

Синхро-ОФЭКТ от 31.07.2019. Сцинтиграфические признаки снижения перфузии в покое в области верхушки, передней стенки, передней МЖП (частично верхушечные сегменты), боковой и задней стенок (верхушечные сегменты), соответствующие рубцовым изменениям указанной локализации. Дефект перфузии: 20%. Количество гибернированного миокарда: 12%, рубцового миокарда: 8%. Сократительная способность миокарда ЛЖ снижена: ОФВ — 31%. Признаки снижения регионально-го систолического утолщения в зоне локальной гипоперфузии с более низкими показателями в области верхушечных сегментов задней стенки и прилежащих отделов верхушки ЛЖ (рис. 6А, см. на 3-й стр. обложки).

Учитывая полученные дооперационные данные, проведен расчет прогнозируемого улучшения сократительной способности ЛЖ после реваскуляризации. Согласно нашей статистической модели:

$$\text{ФВ}_{\text{после реваскуляризации}} (\%) = 70,99126 - 0,10490 \times \\ \times 147 \text{ мл} + 0,38827 \times 12\% - 0,50137 \times 8\% = 56\%$$

31.07.2019 выполнена операция: аортокоронарное аутовенозное шунтирование ЗМЖВ, ВТК и ПМЖВ в условиях ИК, нормотермии, холодовой, кровяной кардиopleгии. Операция дополнена методикой ЮрЛеон III (рис. 4, 5, см. на 3-й стр. обложки).

ЭхоКГ от 05.08.2019. КДО 145 мл, КСО 65 мл, УО 80 мл, ФВ 55% (Симпсон). Региональная систолическая функция ЛЖ нарушена: гипокинез верхушки ЛЖ, гипокинез передней стенки. Клапанный аппарат без значимой патологии. Признаки легочной гипертензии на момент осмотра не выявлены.

Синхро-ОФЭКТ от 08.08.2019. Сцинтиграфические признаки умеренного снижения перфузии в покое в области верхушки, боковой и задней стенок ЛЖ (преимущественно верхушечные сегменты), соответствующие мелкоочаговым рубцовым изменениям указанной локализации. Зона гипоперфузии менее 10%. Сократительная способность миокарда ЛЖ удовлетворительная: ОФВ — 55%. Признаки умеренного снижения регионального систолического в области верхушки ЛЖ (рис. 6Б, см. на 3-й стр. обложки).

Общее состояние больного при выписке удовлетворительное.

Обсуждение

Происходящие в сердце ишемические процессы не ограничиваются только рубцовыми изменениями в зоне инфаркта. Помимо миофибробластов постинфарктный участок содержит кардиомиоциты, не функционирующие в данных условиях, но сохраняющие основные компоненты клеточного метаболизма. Эти кардиомиоциты потенциально способны к частичному или даже полному восстановлению функции при улучшении перфузии в данной зоне и находятся в состоянии «спячки» [2].

Для гибернированного миокарда характерны определенные морфологические изменения, которые выявляются при проведении светового или электронного микроскопического исследования. Прежде всего это утрата кардиомиоцитами сократительного материала, уменьшение миофибрилл, заполнение гликогеном пространства, которое занимали миофиламенты, уменьшение саркоплазматического ретикулума, исчезновение Т-тубул, сморщивание ядер клеток, содержащих дисперсный гетерохроматин. Вместе с тем отсутствуют дегенеративные изменения (вакуолизация, отек, набухание митохондрий, разрыв мембран, жировые включения), которые имеют место при ишемическом повреждении. Отмечаются также некоторые особенности метаболизма: содержание АТФ в кардиомиоцитах практически не изменяется, в нормальных пределах сохраняется митохондриальная функция, но миокард более активно поглощает глюкозу, и в нем стимулируется синтез гликогена [3].

Гибернированный миокард отображает процесс продолжительного снижения сократительной функции миокарда в ответ на хроническое уменьшение коронар-

ного кровотока. Хорошо развитое коллатеральное кровоснабжение при окклюзии крупной коронарной артерии, почти нормальный кровоток в покое, но повторяющиеся эпизоды ишемии, индуцированные нагрузкой, — все это приводит к развитию сократительной дисфункции. При несвоевременном восстановлении кровотока итогом может явиться необратимая дегенерация кардиомиоцитов — их гибель с исходом в рубец и последующим формированием аневризмы, сердечной недостаточности и других осложнений [4, 5].

С внедрением и увеличением количества хирургических вмешательств по поводу ИБС уменьшилась летальность, увеличились показатели продолжительности и качества жизни [6, 7].

Однако не во всех случаях после восстановления коронарного кровотока происходит улучшение сократительной функции ЛЖ. Это может быть связано с недостаточной реваскуляризацией миокарда у пациентов с диффузным дистальным поражением коронарного русла и невозможностью шунтирования артерий малого диаметра [8]. До сих пор нет точных данных о сроках восстановления гибернированного миокарда и зависимости от метода реваскуляризации и других факторов. Так, по данным J.J. Вах, зоны гибернации примерно в 30% восстанавливаются в течение 3 мес., в 60% случаев улучшение функции происходит позже — в течение 14 мес. [9].

В настоящее время активно изучаются альтернативные подходы к лечению ИБС с использованием ангиогенных факторов роста, стволовых клеток [10]. Комплексная реваскуляризация миокарда со стимуляцией экстракардиального неоангиогенеза ЮрЛеон, которая была предложена Ю.Л. Шевченко в 2008 г., приводит к хорошим клиническим результатам в отдаленные периоды: значительному улучшению качества жизни, увеличению сократительной способности миокарда, повышению региональной перфузии миокарда дополнительно в зоне нешунтируемых артерий [11, 12].

Разрабатываются методы интрамиокардиального введения аутологичных стволовых клеток костного мозга (АСККМ) в дополнение к трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации (ТМЛР). Данная комбинация приносит значимый положительный эффект, представляется безопасным, целесообразным вмешательством, улучшающим функциональный резерв миокарда. Наиболее богатый опыт применения ТМЛР и стволовых клеток в лечении ИБС накоплен в ННПЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Так, изолированно ТМЛР проведена более чем у 1160 пациентов, комбинация ТМЛР с интрамиокардиальным введением АСККМ в дополнение к аортокоронарному шунтированию в бассейны артерий, «непригодных» для прямой реваскуляризации, — у 72 пациентов, а также изолированно ТМЛР с интрамиокардиальным введением АСККМ — у 21 пациента. Важно отметить, что до сих пор не существует рекомендаций по проведению операции ТМЛР в сочетании с введением АСККМ, а показания к ее выполнению определяются в различных клиниках мира индивидуально [13, 14].

Наличие жизнеспособного миокарда и восстановление кровотока в данной зоне являются ключевым компонентом успешного комплексного лечения пациентов с ИБС, особенно, перенесших инфаркт миокарда. Метаанализ, проведенный К.С. Allman и соавт. в 2002 г., объединил данные 3088 пациентов из 24 различных исследований, при которых гибернированный миокард до операции определяли разными способами: с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ), стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ). Продолжительность наблюдения около 2 лет. Анализ результатов продемонстрировал снижение летальности на 79,6% у пациентов с достоверно определенным до операции жизнеспособным миокардом (16% — без хирургического вмешательства, 3,2% — после реваскуляризации, при $p < 0,05$). В группе пациентов, где не проводилось выявление гибернированного миокарда, не было достоверной разницы в летальности при реваскуляризации (7,7%) или медикаментозной терапии (6,2%) [15].

Вот почему определение функционального состояния миокарда является важным условием отбора пациентов перед хирургическим вмешательством и способно улучшить выживаемость после реваскуляризации [16].

Несмотря на то что прогнозирование течения и исхода заболевания или оперативного вмешательства всегда остается довольно условным, настоятельная потребность в нем актуальна до сих пор. Стремление оценить шансы на успех реваскуляризации у каждого конкретного больного оправданно, так как любая кардиохирургическая операция несет в себе реальный риск смертельного исхода, требует огромных экономических затрат [17].

Предложенная в данном исследовании математическая модель позволяет прогнозировать восстановление сократительной функции сердца после коррекции нарушения коронарного кровотока с учетом количества рубцовых изменений, жизнеспособного миокарда, а также конечного диастолического объема ЛЖ.

Заключение

Прогнозирование в кардиохирургии — один из важнейших путей научного подхода к решению многих проблем, связанных с необходимостью операции и ее исходами, что представляется исключительно важным для каждого практикующего хирурга. Путь статистического моделирования в настоящее время позволяет искать оптимальные решения в лечении и реабилитации пациентов с ИБС.

Количественная и качественная оценка состояния миокарда у больных ИБС с помощью синхро-ОФЭКТ и ЭхоКГ до проведения реваскуляризации является единственным объективным критерием для прогнозирования восстановления функции ЛЖ и улучшения качества жизни.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Иванов Д.О., Орел В.И., Александрович Ю.С., Пшенисннов К.В., Ломовцева Р.Х. Заболевания сердечно-сосудистой системы как причина смертности в Российской Федерации: пути решения проблемы. *Медицина и организация здравоохранения*. 2019;4(2):4–12. [Ivanov D.O., Orel V.I., Aleksandrovich Yu.S., Pshenisnov K.V., Lomovceva R.H. Cardiovascular diseases as a cause of death in the Russian Federation: ways to solve the problem. *Medicina i organizaciya zdravooohraneniya. (Medicine and organization of health care)*. 2019;4(2):4–12. (in Russian)]
2. Holley C.T., Long E.K., Lindsey M.E., McFalls E.O., Kelly R.F. Recovery of Hibernating Myocardium: What Is the Role of Surgical Revascularization? *J. Cardiac. Surg.* 2014;30(2):224–231. DOI: 10.1111/jocs.12477
3. Яковлева Л.Н. Особые состояния миокарда при ишемии. *Medicine of Ukraine*. 2018;2(218):43–50. [Yakovleva L.N. Special conditions of the myocardium in ischemia. *Medicine of Ukraine*. 2018;2(218):43–50. (in Russian)]
4. Рустомова Я.К. Актуальные вопросы диагностики жизнеспособного миокарда. *Кардиология*. 2019;59(2):68–78. [Rustamova Ya.K. Topical issues of diagnostics of viable myocardium. *Kardiologiya. (Cardiology)*. 2019;59(2):68–78. (in Russian)]. DOI: 10.18087/cardio.2019.2.10243
5. Sutton M.G., Sharpe N. Left ventricular remodeling after myocardial infarction: pathophysiology and therapy. *Circulation*. 2000;101(25):2981–2988. DOI: 10.1161/01.cir.101.25.2981
6. Yusuf S., Zucker D., Passamani E., Peduzzi P., Takaro T., Fisher L., Chalmers T. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet*. 1994;344(8922):563–570. DOI: 10.1016/s0140-6736(94)91963-1
7. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галютдинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(3):34–44. [Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasil'ev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Current trends in coronary surgery. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiohirurgiya. (Circulatory pathology and cardiac surgery)*. 2017;21(3):34–44. (in Russian)]. DOI: 10.21688/1681-3472-2017-35-34-44
8. 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;96(11):10–18. [Shevchenko Yu.L., Simonenko V.B., Borshchev G.G. Extracardial revascularization of the myocardium in diffuse lesions of the coronary bed, as a component of complex treatment of patients with coronary heart disease. *Klinicheskaya medicina. (Clinical medicine)*. 2018;96(11):10–18. (in Russian)]
9. Bax J.J., Visser F.C., Poldermans D., Elhendy A., Cornel J.H., Boersma E., Visser C.A. Time Course of Functional Recovery of Stunned and Hibernating Segments After Surgical Revascularization. *Circulation*. 2001;104(12):314–318. DOI: 10.1161/hc37t1.094853
10. Шевченко Ю.Л., Борщев Г.Г., Фомина В.С., Ким К.Ф. Исследование фактора роста эндотелия сосудов у пациентов с ИБС, которым выполняется операция коронарного шунтирования. *Гены и клетки*. 2019;9(1):10–18. [Shevchenko Yu.L., Borshchev G.G., Fomina V.S., Kim K.F. Investigation of vascular endothelial growth factor in patients with coronary heart disease undergoing coronary bypass surgery. *Geny i kletki. (Genes and cells)*. 2019;9(1):10–18. (in Russian)]. DOI: 10.23868/201903009
11. 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;2(2):9–14. [Shevchenko Yu.L., Viller A.G. Extracardial revascularization in patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery — an existing factor of myocardial blood supply. *Vestnik Nacional'no mediko-hirurgicheskogo centra im. N.I. Pirogova. (Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center)*. 2007;2(2):9–14. (in Russian)]
12. Шевченко Ю.Л., Виллер А.Г., Борщев Г.Г., Литвинов А.А. Роль экстра- и интракардиального коллатерального кровообращения у пациентов с хронической формой ИБС. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2018;13(4):10–18. [Shevchenko Yu.L., Viller A.G., Borshchev G.G., Litvinov A.A. The role of extra- and intracardial

- collateral circulation in patients with ischemic heart disease. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova. (Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center)*. 2018;13(4):10–18. (in Russian)]. DOI: 10.25881/BPNMSC.2018.77.39.002
13. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Петросян А.Д., Шварц В.А., Донаканян С.А., Биниашвили М.Б. Непосредственные результаты операций изолированной трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации в сочетании с интрамиокардиальным введением аутологичных стволовых клеток костного мозга. *Бюллетень НИЦСХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2016;17(6):42–52. [Bokeriya L.A., Bokeriya O.L., Petrosyan A.D., Shvarc V.A., Donakanyan S.A., Biniashvili M.B. Immediate results of isolated transmyocardial laser revascularization combined with intramyocardial administration of autologous bone marrow stem cells. *Byulleten' NCSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. (Bulletin of the Bakulev national research center of the Russian Academy of Sciences)*. 2016;17(6):42–52. (in Russian)]
 14. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Петросян А.Д., Шварц В.А., Донаканян С.А., Биниашвили М.Б., Испирян А.Ю. Отдаленные результаты операций изолированной трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации в сочетании с интрамиокардиальным введением аутологичных стволовых клеток костного мозга. *Бюллетень НИЦСХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. [Bokeriya L.A., Bokeriya O.L., Petrosyan A.D., Shvarc V.A., Donakanyan S.A., Biniashvili M.B., Ispiryan A.Yu. Long-term results of isolated transmyocardial laser revascularization combined with intramyocardial administration of autologous bone marrow stem cells. *Byulleten' NCSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. (Bulletin of the Bakulev national research center of the Russian Academy of Sciences)*. 2019;20(4):334–340. (in Russian)]. DOI: 10.24022/1810-0694-2019-20-4-334-340
 15. Allman K.C., Shaw L.J., Hachamovitch R., Udelson J.E. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002;39(7):1151–1158. DOI:10.1016/s0735-1097(02)01726-6
 16. Holley C.T., Long E.K., Lindsey M.E., McFalls E.O., Kelly R.F. Recovery of Hibernating Myocardium: What Is the Role of Surgical Revascularization? *J. Cardiac. Surg.* 2014;30(2):224–231. DOI:10.1111/jocs.12477
 17. Шевченко Ю.Л., Шихвердиев Н.Н., Оточкин А.В. Прогнозирование в кардиохирургии. СПб.: Питер Паблишинг, 1998. [Shevchenko Yu.L., Shihverdiev N.N., Otochkin A.V. Prognosis in cardiac surgery. SPb.: Piter Publishing; 1998. (in Russian)]

Поступила 08.10.2020