



ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ «КОНДУИТ – АНАСТОМОЗ – АРТЕРИЯ» У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Н.А. Кочергин, Н.И. Загородников, А.В. Фролов, Р.С. Тарасов, В.И. Ганюков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Представлены данные, подтверждающие эффективность и безопасность ОКТ-оценки системы «конduit – анастомоз – артерия» у пациентов после коронарного шунтирования.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность	Аортокоронарное шунтирование (АКШ) – одно из наиболее распространенных кардиохирургических вмешательств в мире. В разные сроки после прямой реваскуляризации миокарда дисфункция возникает у большинства кондуитов. Ранняя несостоятельность шунтов представляет собой сложный патоморфологический процесс, который обусловлен нарушением целостности эндотелия. Оптическая когерентная томография (ОКТ) – метод внутрисосудистой визуализации с высокой разрешающей способностью, который позволяет <i>in vivo</i> оценить целостность эндотелия.
Цель	Обоснование эффективности и безопасности ОКТ-оценки системы «конduit – анастомоз – артерия» у пациентов после АКШ.
Материалы и методы	В одноцентровое проспективное наблюдательное исследование включен 21 пациент, перенесший АКШ. Всем больным после АКШ выполнены коронарошунтография и ОКТ кондуитов, включая дистальный анастомоз и сопряженный сегмент коронарной артерии. Через 12 мес. всем пациентам проведены повторные коронарошунтография и ОКТ системы «конduit – анастомоз – артерия» для динамической оценки. Первичной конечной точкой исследования являлась ранняя дисфункция шунта, вторичные конечные точки включали незапланированную повторную реваскуляризацию миокарда, кардиальную смерть и инфаркт миокарда, обусловленные дисфункцией графта.
Результаты	Через год наблюдения зарегистрированы 14,3% дисфункций кондуитов и 9,5% случаев незапланированной повторной реваскуляризации миокарда. Во всех случаях несостоятельности шунтов при первичном ОКТ выявлена выраженная перекалибровка шунта и нативной коронарной артерии (соотношение диаметров кондуита и артерии более 2), при этом диаметр коронарной артерии в зоне анастомоза составил менее 2,5 мм. Инфарктов миокарда и летальных исходов в течение 12 мес. не обнаружено.
Заключение	ОКТ может быть эффективным и безопасным внутрисосудистым методом оценки не только коронарных артерий, но и системы «конduit – анастомоз – артерия». ОКТ позволяет выявить морфологические изменения коронарных шунтов, которые могут являться предикторами их ранней дисфункции. Отношение диаметров кондуита и артерии более 2 и диаметр целевой коронарной артерии менее 2,5 мм ассоциированы с дисфункцией шунтов в течение 12 мес. после АКШ.
Ключевые слова	Ишемическая болезнь сердца • Аортокоронарное шунтирование • Оптическая когерентная томография • Дисфункция шунтов

Поступила в редакцию: 15.11.2022; поступила после доработки: 05.12.2022; принята к печати: 22.12.2022

Для корреспонденции: Никита Александрович Кочергин, nikotwin@mail.ru; адрес: Сосновы́й бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Nikita A. Kochergin, nikotwin@mail.ru; address: 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY AS A METHOD FOR ASSESSING THE CONDUIT – ANASTOMOSIS – ARTERY SYSTEM IN PATIENTS AFTER CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING

N.A. Kochergin, N.I. Zagorodnikov, A.V. Frolov, R.S. Tarasov, V.I. Ganyukov

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- This article presents data on the efficacy and safety of OCT assessment of the conduit-anastomosis-artery system in CABG patients.

Background

Coronary artery bypass grafting (CABG) remains the most common cardiac surgery in the world. In the long-term follow-up period after surgery, graft failure occurs in a substantial proportion of CABG conduits and is a complex pathomorphological process. Optical coherence tomography (OCT) is a high-resolution intravascular imaging modality that allows to assess in-vivo endothelial integrity.

Aim

To substantiate the efficacy and safety of OCT assessment of the conduit-anastomosis-artery system in CABG patients.

Methods

The prospective observational cohort study included 21 patients with chronic coronary artery disease who underwent CABG. 3–5 days after CABG, patients underwent OCT and angiography of arterial and vein grafts, including distal anastomosis and nearby segment of the target coronary artery. At 12-month follow-up, all patients underwent repeated OCT and angiography of the conduit-anastomosis-artery system to assess the changes. The primary endpoint of the study was graft failure; secondary endpoints of the study included unplanned repeat myocardial revascularization, cardiac death, and myocardial infarction due to graft failure.

Results

At 12-month follow-up, 14.3% of graft failure and 9.5% of cases of unplanned repeated myocardial revascularization were registered. In most cases of graft failure, primary OCT revealed pronounced changes in the conduit and the native coronary artery (conduit/artery diameter ratio was more than 2 mm), whereas the diameter of the coronary artery anastomosis was less than 2.5 mm. Myocardial infarctions and death within 12 months were not registered.

Conclusion

Thus, OCT is an effective and safe intravascular imaging technique for assessing coronary arteries and the conduit-anastomosis-artery system. OCT makes it possible to identify morphological changes in coronary bypass grafts, which can predict their early failure. The conduit/artery diameter ratio greater than 2 and target coronary artery diameter less than 2.5 mm was associated with graft failure within 12 months after CABG.

Keywords

Coronary artery disease • Coronary artery bypass grafting • Optical coherence tomography • Graft failure

Received: 15.11.2022; received in revised form: 05.12.2022; accepted: 22.12.2022

Список сокращений

АКШ – аортокоронарное шунтирование ОКТ – оптическая когерентная томография

Введение

Аортокоронарное шунтирование (АКШ) – одна из наиболее распространенных кардиохирургических операций в мире [1]. В разные сроки после прямой реваскуляризации миокарда дисфункция возникает у большинства кондуитов. Встречаемость ранней (до 12 мес.) дисфункции коронарных шунтов достигает 20% случаев [2]. Причиной мо-

жет быть повреждение эндотелия шунта или нативной коронарной артерии при хирургических манипуляциях [2]. Поздняя несостоятельность возможна в результате атерогенеза в коронарном шунте с последующим его тромбозом [3].

Послеоперационная оценка эндотелиальной целостности шунтов и анастомозов служит рациональным методом прогнозирования их отдаленной

проходимости [4]. Оптическая когерентная томография (ОКТ) представляет собой метод внутрисосудистой визуализации с высокой разрешающей способностью (до 15 мкм), который позволяет оценить целостность эндотелия коронарных артерий [5]. Однако в настоящее время описаны единичные данные о применении ОКТ при оценке коронарных шунтов интраоперационно [6]. Цель исследования – обосновать эффективность и безопасность ОКТ-оценки системы «конduit – анастомоз – артерия» у пациентов, перенесших АКШ.

Материалы и методы

В одноцентровое проспективное обсервационное исследование включены пациенты с хронической ишемической болезнью сердца после АКШ. Критерием включения было многососудистое критическое поражение коронарного русла ($\geq 90\%$ по диаметру). При меньшей степени стенозов обязательно подтверждали гемодинамическую значимость поражений (неинвазивное тестирование или фракционный резерв кровотока). К критериям исключения отнесены острый коронарный синдром и почечная дисфункция со снижением скорости клубочковой фильтрации менее 60 мл/ч. С целью уменьшения риска острого почечного повреждения после ОКТ в исследование вошли больные преимущественно с двумя коронарными шунтами: аутовенозный шунт на систему правой или огибающей коронарной артерии и маммарокоронарный анастомоз с передней межжелудочковой артерией.

Всем пациентам в соответствии с локальной клинической практикой рутинно выполнен интраоперационный скрининг функционирования шунтов с помощью флоуметрии. При неудовлетворительных показателях флоуметрии (скорость кровотока менее 20 мл/мин и индекс пульсации более 5 [2]) проведена ревизия кондуита и анастомоза.

Всем пациентам через 3–5 дней после АКШ выполнены коронарошунтография с ОКТ шунтов, включая дистальный анастомоз и сопряженный сегмент целевой коронарной артерии (система «конduit – анастомоз – артерия»). С помощью ОКТ оценены целостность эндотелия, соотношение диаметров кондуитов и нативной коронарной артерии, наличие стенозов, спазма и пристеночных тромбов. При выявлении значимой комприметации кровотока по системе «конduit – анастомоз – артерия» проведены дополнительные вмешательства по устранению ее причин.

Всем больным в послеоперационном периоде выполнен диагностический скрининг периоперационного инфаркта миокарда, включавший кардиоспецифические ферменты (тропонины), электро- и эхокардиографию. В послеоперационном периоде всем пациентам назначена идентичная медикаментозная терапия согласно локальной клинической практике.

Через год после операции всем обследованным лицам выполнена контрольная ОКТ системы «конduit – анастомоз – артерия» для динамической оценки. Первичной конечной точкой исследования была ранняя дисфункция шунта (окклюзия или стеноз $\geq 70\%$ по диаметру). В качестве вторичных конечных точек оценены кардиальная смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация миокарда, обусловленные дисфункцией графтов. Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 21 заседания комитета от 6 декабря 2018 г.) и соответствовал Хельсинкской декларации.

Статистический анализ

Статистический анализ результатов исследования проведен с помощью программы STATISTICA 10 (StatSoft, США). Качественные величины представлены в виде абсолютных и относительных значений. Количественные показатели – в виде медианы и интерквартильного размаха с указанием 25-го и 75-го квартилей (Me (Lq; Uq)). Простые линейные корреляции рассчитаны путем определения коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты

В исследование включен 21 пациент с хронической ишемической болезнью сердца, которому выполнено АКШ в условиях искусственного кровообращения. Медиана возраста больных составила 66 лет, в исследуемой когорте преобладали мужчины (61,9%). Тяжесть поражения коронарного русла соответствовала среднему риску согласно шкале SYNTAX. В подавляющем большинстве пациенты относились к низкому хирургическому риску по данным EuroSCORE2. Характеристика исследуемой выборки представлена в табл. 1.

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде выполнены контрольная коронарошунтография и ОКТ системы «конduit – анастомоз – артерия».

ОКТ-анализ выполнен в 45 системах «конduit – анастомоз – артерия» (21 маммарный и 24 аутовенозные шунты). В 4 маммарокоронарных анастомозах были выявлены пристеночные тромбы, не лимитирующие значимо антеградный кровоток по шунту. 10 аутовенозных графтов имели выраженное несоответствие диаметров с нативными коронарными артериями (отношение диаметров конduit/артерия более 2). В 8 случаях при АКШ выполнены анастомозы с коронарными артериями диаметром менее 2,5 мм (табл. 2).

В одном случае выявлена диссекция маммарокоронарного анастомоза без каких-либо клинических проявлений у пациента, несмотря на хроническую окклюзию передней межжелудочковой артерии.

На ОКТ визуализирован двойной просвет с формированием ложного канала в зоне анастомоза. Антеградный кровоток по маммарокоронарному шунту не был скомпрометирован, поэтому решено выполнить повторную оценку через две недели. В динамике по ОКТ произошло значимое уменьшение ложного канала с восстановлением истинного просвета (рисунок). Принято решение не выполнять дополнительные вмешательства у данного пациента. Через 12 мес. функция маммарокоронарного анастомоза была удовлетворительной.

Кроме того, еще у одного больного маммарокоронарный шунт был окклюзирован в дистальном сегменте, что потребовало стентирования передней межжелудочковой артерии. Окклюзия маммарного шунта также не сопровождалась клиническими проявлениями у пациента. За тридцатидневный период наблюдения не выявлено случаев смерти или периперационного инфаркта миокарда.

Через год наблюдения дополнительно выявлены две окклюзии кондуитов (аутовенозный шунт на правую коронарную артерию и маммарокоронар-

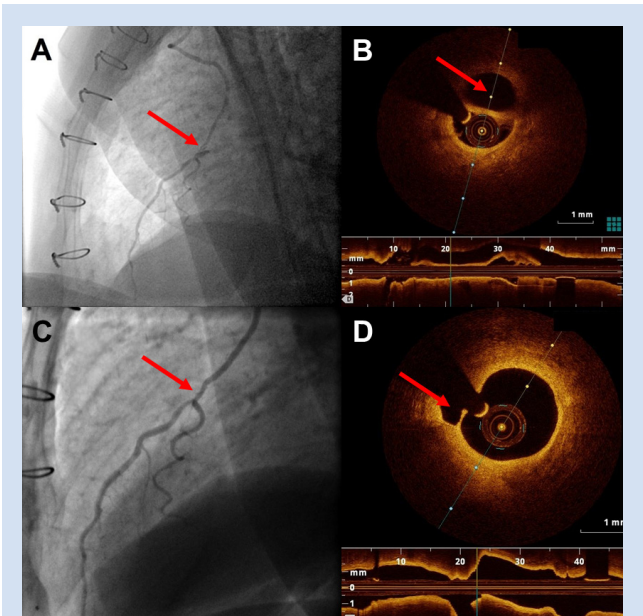
ный анастомоз с передней межжелудочковой артерией). В обоих случаях при первичном ОКТ зарегистрировано соотношение диаметров кондуита

Таблица 2. Результаты первичного ОКТ-анализа систем «конduit – анастомоз – артерия»

Table 2. Results of primary OCT analysis of conduit – anastomosis – artery systems

ОКТ-находки / OCT-data	n = 42
Пристеночный тромбоз анастомоза / Non-occlusive thrombosis of anastomosis, n (%)	4 (8,9)
Отношение диаметров конduit/артерия более 2 / The conduit/artery diameter ratio more than 2, n (%)	10 (22,2)
Диаметр целевой коронарной артерии менее 2,5 мм / Target coronary artery diameter less than 2.5 mm, n (%)	8 (17,7)
Диссекция анастомоза / Dissection of the anastomosis, n (%)	1 (2,2)

Примечание: ОКТ – оптическая когерентная томография.
Note: OCT – optical coherence tomography.



Диссекция маммарокоронарного анастомоза с передней межжелудочковой артерией: А – диссекция маммарокоронарного анастомоза по данным ангиографии (указана стрелкой); В – диссекция маммарокоронарного анастомоза с формированием ложного просвета на ОКТ (указан стрелкой); С – ангиография маммарокоронарного анастомоза (указан стрелкой) через 2 нед.; D – ОКТ через 2 нед. с редуцированием ложного канала (указан стрелкой) и восстановлением истинного просвета

Примечание: рисунки, представленные под А и В, опубликованы ранее [4].

Dissection of the mammary coronary anastomosis with left anterior descending artery: А – angiogram showing the dissection of the mammary coronary anastomosis (indicated by an arrow); В – OCT showing the dissection of the mammary coronary anastomosis with the false lumen formation (indicated by an arrow); С – angiogram showing the mammary coronary anastomosis (indicated by an arrow) after 2 weeks; D – OCT showing the reduction of the false lumen (indicated by an arrow) and restoration of the true lumen after 2 weeks.
Note: figures 1A and B were used in the article [4].

Таблица 1. Характеристика исследуемой выборки пациентов
Table 1. Characteristics of the study sample

Показатель / Parameter	n = 21
Возраст, лет / Age, years, Me (Lq; Uq)	66 (60; 71)
Мужской пол / Males, n (%)	13 (61,9)
Мультифокальный атеросклероз / Polyvascular disease, n (%)	5 (23,8)
Артериальная гипертония / Hypertension, n (%)	21 (100)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus, n (%)	4 (19)
Фракция выброса левого желудочка / Left ventricular ejection fraction, %, Me (Lq; Uq)	60,0 (55; 64)
SYNTAX score, Me (Lq; Uq)	23 (21; 25)
EuroSCORE2, Me (Lq; Uq)	0,75 (0,65; 1,17)
Время искусственного кровообращения, мин / Cardiopulmonary bypass time, min, Me (Lq; Uq)	61 (50; 78)
Продолжительность операции, мин / Surgery duration, min, Me (Lq; Uq)	180 (165; 200)
Диаметр шунтируемой коронарной артерии, мм / Diameter of coronary artery, mm, Me (Lq; Uq)	2,52 (2,23; 2,96)
Диаметр венозных кондуитов, мм / Diameter of venous conduits, mm, Me (Lq; Uq)	3,82 (3,50; 4,24)
Диаметр маммарного шунта, мм / Diameter of mammary conduits, mm, Me (Lq; Uq)	2,4 (2,28; 2,52)
Индекс реваскуляризации / Revascularization index, Me (Lq; Uq)	2 (2; 2)

и артерии более 2, при этом диаметр целевых коронарных артерий в зоне анастомоза составил менее 2,5 мм. Выполнен корреляционный анализ, но статистически значимых коэффициентов Пирсона не обнаружено.

Дисфункции шунтов не привели к развитию инфаркта миокарда. Пациенту с дисфункцией маммарного шунта выполнено стентирование передней межжелудочковой артерии. Больному с окклюзией венозного графта повторная реваскуляризация не проведена ввиду невысокого функционального класса стенокардии и малого диаметра правой коронарной артерии.

За однолетний период наблюдения не зарегистрировано инфарктов миокарда и летальных случаев. Конечные точки исследования представлены в табл. 3.

Обсуждение

Выполнено проспективное обсервационное исследование, посвященное ОКТ-оценке системы «конduit – анастомоз – артерия», с целью выявления предикторов прогрессирования атеросклероза и ранней дисфункции коронарных шунтов. Полученные результаты демонстрируют возможность выполнения ОКТ в коронарных шунтах в раннем послеоперационном периоде АКШ. В двух случаях нам не удалось провести ОКТ в зоне анастомоза из-за выраженной извитости графтов. В одном случае ОКТ коронарных шунтов осложнилась транзиторной ишемической атакой у пациента с полным регрессом неврологического дефицита. Во всех остальных случаях исследование успешно выполнено. Дополнительная нагрузка рентгеноконтрастным средством не привела к острому почечному повреждению ни у одного больного.

На сегодняшний день представлено несколько способов оценки морфологии графтов. Гистологическое исследование служит достоверным методом оценки эндотелиальной целостности, но не может быть выполнено интраоперационно, а также на всем протяжении кондуита [2]. Мультиспиральная компьютерная томография может обеспечить визуализацию всего кондуита в реальном времени, но не имеет достаточного разрешения для скрининга целостности интимы [7]. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование является альтернативным

методом оценки системы «конduit – анастомоз – артерия» [8], однако его разрешающая способность в 10 раз уступает ОКТ [9].

Неоспорим тот факт, что артериальные графты обладают лучшим потенциалом отдаленной проходимости по сравнению с аутовенозными кондуитами [3]. Однако в нашем исследовании из трех окклюзированных шунтов два были маммарными. Вероятно, малая выборка исследования стала причиной такого несоответствия с данными литературы. На однолетнем этапе наблюдения не обнаружено выраженной неоинтимальной гиперплазии в аутовенозных шунтах по данным ОКТ. Вероятно, диффузная пролиферация интимы или «артериализация» венозных графтов происходит в более позднем периоде после операции.

Ранняя дисфункция чаще связана с хирургическими манипуляциями, приводящими к повреждению эндотелия кондуита с активацией эндотелиальных клеток, что может способствовать высвобождению протромботических и провоспалительных агентов, которые вызывают острую тромботическую окклюзию [3]. Однако в проведенном исследовании наличие пристеночных тромбов в зоне анастомоза и даже его диссекция не привели к ранней дисфункции графта. Основными факторами, ассоциированными с ранней дисфункцией шунтов, были выраженное несоответствие диаметров кондуита и артерии (в два и более раз) и малый диаметр нативного сосуда (менее 2,5 мм), что подтверждают данные литературы [2]. Другой причиной несостоятельности графтов, по литературным данным, может быть диффузный характер поражения коронарного русла, который ассоциирован с более низкой отдаленной проходимостью шунтов [10].

Ограничения исследования

Исследование является пилотным с небольшой выборкой. Через год наблюдения выявлены всего три конечные точки. Все это обуславливает отсутствие статистически значимых корреляций. Для подтверждения выявленных ассоциаций необходимо проведение крупных многоцентровых исследований.

Заключение

ОКТ представляется эффективным и безопасным внутрисосудистым методом оценки не только коронарных артерий, но и системы «конduit – анастомоз – артерия». ОКТ позволяет выявить морфологические изменения коронарных шунтов, которые могут являться предикторами их ранней дисфункции. Отношение диаметров кондуита и артерии более 2 и диаметр целевой коронарной артерии менее 2,5 мм ассоциированы с дисфункцией шунтов в течение 12 мес. после АКШ.

Таблица 3. Конечные точки исследования
Table 3. Clinical endpoint

Конечные точки исследования / Clinical endpoints	n = 21
Дисфункция шунта / Graft failure, n (%)	3 (14,3)
Смерть / Death, n (%)	0
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, n (%)	0
Повторная реваскуляризация / Repeat revascularization, n (%)	2 (9,5)

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Конфликт интересов

Н.А. Кочергин заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.И. Загородников заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Фролов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов и В.И. Ганюков входят в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Информация об авторах

Кочергин Никита Александрович, кандидат медицинских наук научный сотрудник лаборатории рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1534-264X

Загородников Никита Игоревич, аспирант по сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3539-0291

Фролов Алексей Витальевич, кандидат медицинских наук старший научный сотрудник лаборатории рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1746-8895

Тарасов Роман Сергеевич, доктор медицинских наук заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Ганюков Владимир Иванович, доктор медицинских наук заведующий отделом хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9704-7678

Вклад авторов в статью

КНА – вклад в концепцию исследования, получение и анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ЗНИ – получение и анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ФАВ – вклад в концепцию исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТПС – вклад в концепцию исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГВИ – вклад в концепцию исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Финансирование

Статья выполнена в рамках ПНИ «Разработка новых технических, тактических и стратегических подходов к эндоваскулярной диагностике и лечению атеросклероза» (0419-2020-0003).

Author Information Form

Kochergin Nikita A., PhD, Researcher at the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1534-264X

Zagorodnikov Nikita I., Postgraduate student, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3539-0291

Frolov Alexey V., PhD, Senior Researcher at the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1746-8895

Tarasov Roman S., PhD, Head of the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Ganyukov Vladimir I., PhD, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9704-7678

Author Contribution Statement

KNA – contribution to the concept of the study, data collection and analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

ZNI – data collection and analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

FAV – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TRS – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GVI – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harskamp R.E., Lopes R.D., Baisden C.E., de Winter R.J., Alexander J.H. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: pathophysiology, management, and future directions. *Ann Surg.* 2013; 257:824–833. doi: 10.1097/SLA.0b013e318288c38d.
2. Кочергин Н.А., Фролов А.В., Ганюков В.И. Дисфункция коронарных шунтов. Атеросклероз и дислипидемии. 2018;4(33):25-35
3. Gaudino M., Antoniadis C., Benedetto U., Deb S., Di Franco A., Di Giammarco G., Fremes S., Glineur D., Grau J., He G.W., Marinelli D., Ohmes L.B., Patrono C., Puskas J., Tranbaugh R., Girardi L.N., Taggart D.P. ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance. Mechanisms, Consequences, and Prevention of Coronary Graft Failure. *Circulation.* 2017;136(18):1749-1764. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027597>
4. Кочергин Н.А., Ганюков В.И., Загородников Н.И., Фролов А.В. Оптическая когерентная томография коронарных шунтов. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2019; 8 (4S): 89-94. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-4S-89-94
5. Brown E.N., Burris N.S., Gu J., Kon Z.N., Laird P., Kallam S., Tang C.M., Schmitt J.M., Poston R.S. Thinking inside the graft: applications of optical coherence tomography in coronary artery bypass grafting. *J Biomed Opt.* 2007;12(5):051704. doi: 10.1117/1.2799521.
6. Бокерия Л.А., Петросян К.В., Бокерия О.Л., Бузиашвили Ю.И., Лосев В.В., Караев А.В., Голубев Е.П., Тетвадзе И.В. Интраоперационная оптическая когерентная томография - уникальная возможность морфологической оценки коронарных шунтов. Грудная и сердечно-сосу-

- дистая хирургия. 2019; 61(4):328-336. doi:10.24022/0236-2791-2019-61-4-328-336
7. Feuchtnner G.M., Smekal A., Friedrich G.J., Schachner T., Bonatti J., Dichtl W., Deutschmann M., Zur Nedden D. High-resolution 16-MDCT evaluation of radial artery for potential use as coronary artery bypass graft: a feasibility study. *Am J Roentgenol* 2005; 185:1289–1293. doi: 10.2214/AJR.04.0945.
8. Oshima A., Takeshita S., Kozuma K., Yokoyama N., Motoyoshi K., Ishikawa S., Honda M., Oga K., Ochiai M., Isshiki T. Intravascular ultrasound analysis of the radial artery for coronary artery by-pass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005; 79:99–103. doi:10.1016/j.athoracsur.2004.06.084
9. Raber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y., Radu M.D., Joner M., Yu B., Jia H., Meneveau N., de la Torre Hernandez J.M., Escaned J., Hill J., Prati F., Colombo A., di Mario C., Regar E., Capodanno D., Wijns W., Byrne R.A., Guagliumi G.; ESC Scientific Document Group. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *Eur Heart J* 2018; 39:3281–3300. doi:10.1093/eurheartj/ehy285.
10. Shiono Y., Kubo T., Honda K., Katayama Y., Aoki H., Satogami K., Kashiyama K., Taruya A., Nishiguchi T., Kuroi A., Orii M., Kameyama T., Yamano T., Yamaguchi T., Matsuo Y., Ino Y., Tanaka A., Hozumi T., Nishimura Y., Okamura Y., Akasaka T. Impact of functional focal versus diffuse coronary artery disease on bypass graft patency. *Int J Cardiol.* 2016; 222:16–21. doi:10.1016/j.ijcard.2016.07.052

REFERENCES

1. Harskamp R.E., Lopes R.D., Baisden C.E., de Winter R.J., Alexander J.H. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: pathophysiology, management, and future directions. *Ann Surg.* 2013; 257:824–833. doi: 10.1097/SLA.0b013e318288c38d.
2. Kochergin N.A., Frolov A.V., Ganyukov V.I. Coronary graft failure. Атеросклероз и Дислипидемии. 2018;4(33):25-35 (in Russian)
3. Gaudino M., Antoniadis C., Benedetto U., Deb S., Di Franco A., Di Giammarco G., Fremes S., Glineur D., Grau J., He G.W., Marinelli D., Ohmes L.B., Patrono C., Puskas J., Tranbaugh R., Girardi L.N., Taggart D.P. ATLANTIC (Arterial Grafting International Consortium) Alliance. Mechanisms, Consequences, and Prevention of Coronary Graft Failure. *Circulation.* 2017;136(18):1749-1764. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027597>
4. Kochergin N.A., Ganyukov V.I., Zagorodnikov N.I., Frolov A.V. Optical coherence tomography of coronary grafts. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2019; 8 (4S): 89-94. (in Russian) doi:10.17802/2306-1278-2019-8-4S-89-94
5. Brown E.N., Burris N.S., Gu J., Kon Z.N., Laird P., Kallam S., Tang C.M., Schmitt J.M., Poston R.S. Thinking inside the graft: applications of optical coherence tomography in coronary artery bypass grafting. *J Biomed Opt.* 2007;12(5):051704. doi: 10.1117/1.2799521.
6. Bockeria L.A., Petrosyan K.V., Bockeria O.L., Buziashvili Yu.I., Losev V.V., Karaev A.V., Golubev E.P., Tetvazde I.V. Intraoperative optical coherent tomography - unique modality for morphologic assessment of coronary artery bypass graft. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular*

- Surgery.* 2019. 61(4):328-336. (in Russian) doi:10.24022/0236-2791-2019-61-4-328-336
7. Feuchtnner G.M., Smekal A., Friedrich G.J., Schachner T., Bonatti J., Dichtl W., Deutschmann M., Zur Nedden D. High-resolution 16-MDCT evaluation of radial artery for potential use as coronary artery bypass graft: a feasibility study. *Am J Roentgenol* 2005; 185:1289–1293. doi: 10.2214/AJR.04.0945.
8. Oshima A., Takeshita S., Kozuma K., Yokoyama N., Motoyoshi K., Ishikawa S., Honda M., Oga K., Ochiai M., Isshiki T. Intravascular ultrasound analysis of the radial artery for coronary artery by-pass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005; 79:99–103. doi:10.1016/j.athoracsur.2004.06.084
9. Raber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y., Radu M.D., Joner M., Yu B., Jia H., Meneveau N., de la Torre Hernandez J.M., Escaned J., Hill J., Prati F., Colombo A., di Mario C., Regar E., Capodanno D., Wijns W., Byrne R.A., Guagliumi G.; ESC Scientific Document Group. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *Eur Heart J* 2018; 39:3281–3300. doi:10.1093/eurheartj/ehy285.
10. Shiono Y., Kubo T., Honda K., Katayama Y., Aoki H., Satogami K., Kashiyama K., Taruya A., Nishiguchi T., Kuroi A., Orii M., Kameyama T., Yamano T., Yamaguchi T., Matsuo Y., Ino Y., Tanaka A., Hozumi T., Nishimura Y., Okamura Y., Akasaka T. Impact of functional focal versus diffuse coronary artery disease on bypass graft patency. *Int J Cardiol.* 2016; 222:16–21. doi:10.1016/j.ijcard.2016.07.052

Для цитирования: Кочергин Н.А., Загородников Н.И., Фролов А.В., Тарасов Р.С., Ганюков В.И. Оптическая когерентная томография как метод оценки системы «конduit – анастомоз – артерия» у пациентов после коронарного шунтирования. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022;11(4): 151-157. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-151-157

To cite: Kochergin N.A., Zagorodnikov N.I., Frolov A.V., Tarasov R.S., Ganyukov V.I. Optical coherence tomography as a method for assessing the conduit-anastomosis-artery system in patients after coronary artery bypass grafting. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2022;11(4): 151-157. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-151-157