

ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ПРОХОДИМОСТИ КОРОНАРНЫХ ШУНТОВ В РАННИЕ И ПОЗДНИЕ СРОКИ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ АОРТО- И МАММАРОКОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ

Никонова М.Э.

Атеросклероз коронарных артерий и ишемическая болезнь сердца (ИБС) являются самыми распространенными причинами смертности и инвалидизации в развитых странах, ежегодно в мире от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) умирает около 17 млн. человек.

Коронарное шунтирование (КШ) – один из основных методов лечения этого грозного заболевания и, на сегодняшний день, наиболее распространенная операция в кардиохирургии. В мире ежегодно выполняется более 1 млн. операций КШ [6]. Непосредственно в раннем послеоперационном периоде и в первый год после операции имеется окклюзия 10-15% коронарных шунтов, в течение пяти лет – 25% шунтов [23].

«Золотым» стандартом в оценке проходимости аортокоронарных и маммарокоронарных шунтов является коронарошунтография (КШГ) [8]; одним из недостатков метода является его инвазивность, что связано с высоким процентом осложнений [3].

МСКТ-шунтография – неинвазивный метод оценки проходимости коронарных шунтов, позволяющий детально визуализировать проходимость венозных и артериальных шунтов с высокой диагностической точностью (чувствительность и специфичность метода составляют 100% и 98,7% соответственно) [45, 19, 37, 35, 33]. МСКТ-шунтография может стать методом выбора для наблюдения за пациентами после операций АКШ и МКШ.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), КТ-ангиография/шунтография, коронарное шунтирование.

MULTIDETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY IN EARLY AND LATE POSTOPERATIVE ASSESSMENT OF CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTS PATENCY

Nikonova M.E.

Аtherosclerosis and coronary artery disease are the most common causes of death and disability in developed countries. Over 17 million people die from cardiovascular disease (CVD) every year.

Coronary artery bypass grafting (CABG) is one of the main treatments of this disease, and is the most common operation in cardiac surgery for today. Over 1 million CABG are performed every year [14]. There is 10-15% of bypass occlusion in the early postoperative period and in the first year after surgery, and 25% within 5 years. [32]

Coronary angiography is the gold standard in the assessment of coronary bypass grafts patency [8], however one of the drawbacks of this method is its invasiveness, which is associated with the high rate of complications [3].

MDCT-bypass angiography is the noninvasive method of CABG patency assessment, that allows detailed visualization of venous and arterial bypass grafts with high diagnostic accuracy (sensitivity and specificity - 100% and 98,7%, respectively) [45, 19, 37, 35, 33]. MDCT-bypass angiography may become the method of choice for monitoring patients after CABG.

Keywords: multidetector computed tomography (MDCT), CT-angiography, coronary artery bypass grafting (CABG).

Институт кардиологии им. А.Л. Мясникова
ФГБУ "Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ.
г. Москва, Россия

Russian Cardiology Research Centre.
Department of Tomography.
Moscow, Russia

Виды коронарного шунтирования, патогенез закрытия шунтов.

Коронарное шунтирование имеет более чем полувековую историю, с тех пор особенности оперативного пособия, патогенез закрытия аутоартериальных и аутовенозных шунтов хорошо изучены. Тактика выбора шунтов зависит как от физиологии и тяжести заболевания, так и от предпочтений и квалификации хирурга.

В качестве аутоартериальных шунтов, в первую очередь, используют левую и правую внутригрудную артерии и радиальные артерии, в редких случаях – правую желудочно-

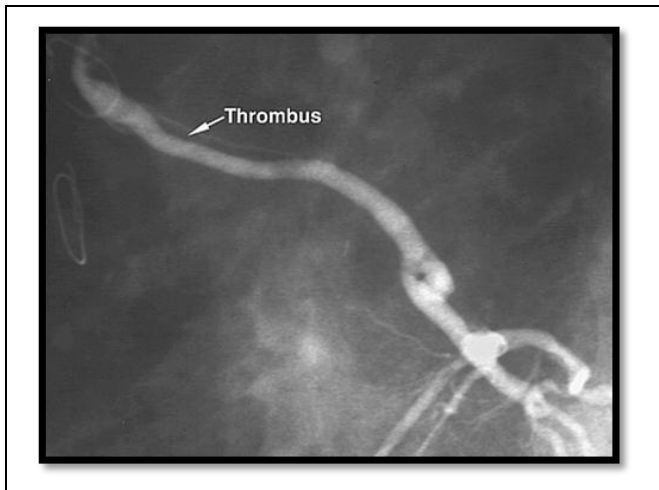


Рис. 1. КАГ.

Протяженный тромбоз венозного шунта.

сальниковую артерию и нижнюю надчревную артерию. К особенностям артериальных шунтов относится их малый диаметр – 1,5-2 мм. Преимущества артериальных шунтов: высокая линейная скорость кровотока, являющаяся фактором меньшей турбулентности и препятствующая агрегации тромбоцитов, что в свою очередь предотвращает тромбообразование; меньший риск перекручивания шунта; однородность стенки сшиваемых артерий и соответствие их диаметров [1].

Как показали исследования J.G. Motwani, E.J. Topol, 1998 [40]; R.S. Poston et al., 2004 [44], десятилетняя проходимость левой ВГА при шунтировании передней нисходящей артерии составляет 90%, а по данным Шабалкина Б.В, 1984 [5], Lytle B.W. et al., 1985 [38], Grondin С.М. et al., 1984 [24], проходимость составляет 95%. Таким образом, левая ВГА стала предпочтительнее для шунтирования, как правило, для ПНА, в то время как правую ВГА обычно используют в виде свободного лоскута для формирования сложных артериальных конструкций. Левая ВГА используется для реваскуляризации ПНА из-за близкого к ней расположения, однако при диффузном поражении ПНА возможно шунтирование одной из диагональных

артерий. Основные преимущества использования ВГА для реваскуляризации миокарда определяются их анатомо-гемодинамическими характеристиками, такими, как однородная с КА сосудистая стенка, соответствие диаметра ВГА и КА, большая анатомическая стабильность и близкое расположение к сердцу, высокая линейная скорость кровотока и низкая турбулентность, способность к расширению и увеличению кровотока в соответствии с потребностями миокарда, а также редкая поражаемость атеросклерозом [47].

Аутовенозные шунты менее долговечны и уступают артериальным кондуитам по анатомо-гемодинамическим характеристикам, но, несмотря на это, применение их широко распространено кардиохирургами всего мира. В качестве венозных шунтов используют большую подкожную вену (БПВ), её диаметр 3-4 мм.

Аутовенозные шунты имеют свои преимущества: доступность, технически легкий забор и обработка, разнообразность в применении, устойчивость к спазму и к инфекциям [2]. Сразу после восстановления по аутовенозному шунту артериального кровотока, большинство хирургов фиксировали достаточно высокий объемный кровоток [2].

В основе патогенеза окклюзий аутовенозных шунтов лежат три процесса: тромбоз, гиперплазия интимы и атеросклероз. Несмотря на то, что эти процессы более или менее разграничены во времени, они объединены между собой патогенетически.

В первый месяц после операции коронарного шунтирования происходит окклюзия от 3% до 12% аутовенозных шунтов, что клинически проявляется возвращением стенокардии или же протекает бессимптомно [13, 23]. Патогенетической основой поражения аутовенозных шун-

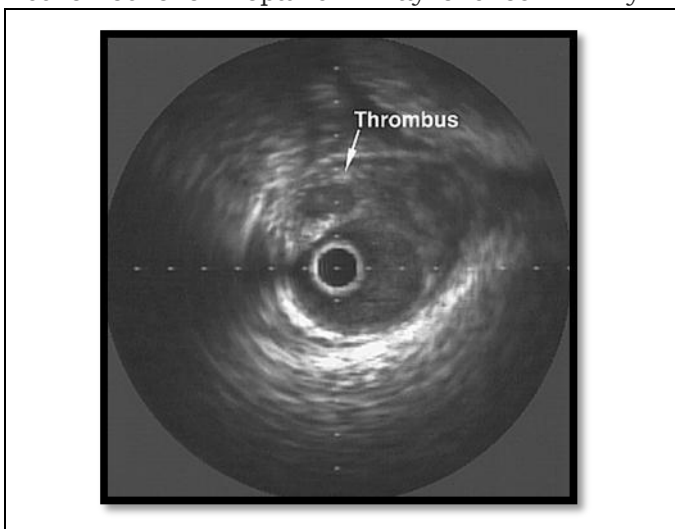


Рис. 2. Внутрисосудистый ультразвук.

Тромб в просвете венозного шунта.

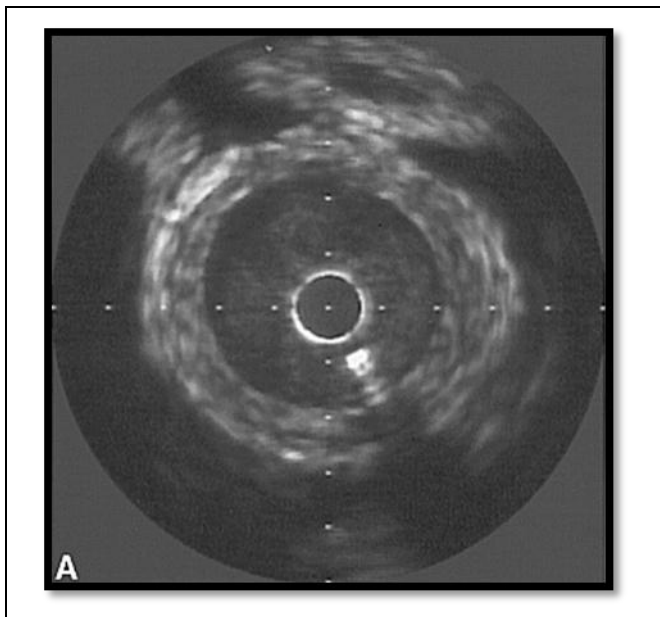


Рис. 3. Внутрисосудистый ультразвук.

Гиперплазия интимы венозного шунта.

тов в первый месяц после операции является тромбоз (Рис. 1, 2), возникающий вследствие совокупности таких компонентов, как изменения в стенке сосуда, реологический состав крови и скорость кровотока, что хорошо описано в триаде Вирхова (теория возникновения тромбофлебита):

1. Травма внутренней стенки вен.
2. Снижение скорости тока венозной крови.
3. Повышение свертываемости крови.

Несмотря на то, что выделение аутовены происходит при соблюдении оптимальных условий, тем не менее, процедура связана с фокальным повреждением эндотелия. Кроме того, при пуске артериального потока по трансплан-



Рис. 5. Интервенционная шунтография.

Проходимый шунт к ДА.

тату отмечается высокое давление на стенки аутовены, не характерное для венозного кровотока [46]. В связи с повреждением эндотелия наблюдается осаждение фибрина, что приводит к адгезии тромбоцитов и нейтрофилов и снижению тканевого активатора плазминогена (t-PA) [31].

Другой значимой причиной поражения венозных шунтов является гиперплазия интимы (Рис. 3) за счет увеличения количества клеток гладкой мускулатуры и внеклеточного матрикса, возникающая в период от 1 месяца до 1 года после операции.

Большинство вен еще до шунтирования подвержено фиброзным изменениям [28]. В

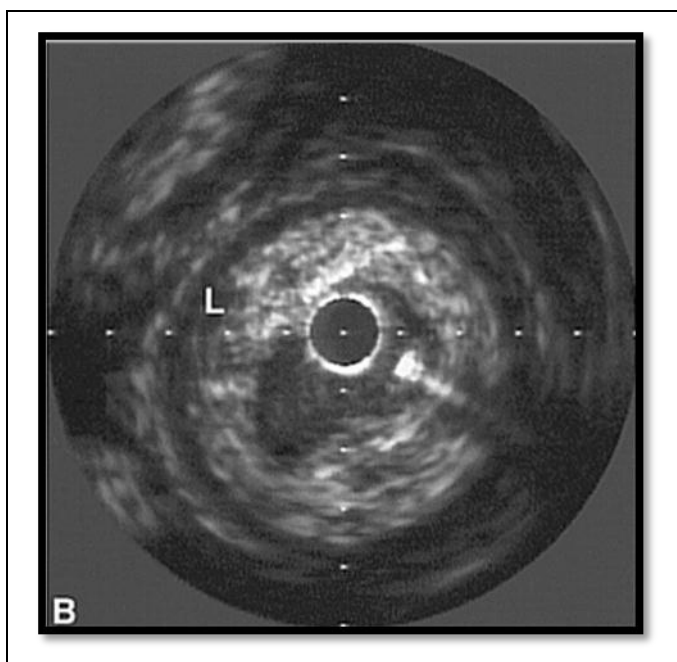


Рис. 4. Внутрисосудистый ультразвук.

Концентрическая атеросклеротическая бляшка.

свою очередь интима почти всех имплантированных в артериальную систему вен подвергается утолщению в течение 4-6 недель, приводящему к сужению венозного просвета до 25%. Сам по себе этот процесс редко приводит к значительным стенозам. Тем не менее, гиперплазия интимы представляет основу для дальнейшего развития атероматозных изменений в шунте. Гладкомышечные клетки меди, подвергаясь гиперплазии, ответственны за патогенетические изменения в просвете сосуда. Они приводят к цитокинезу, в результате которого освобождаются макрофаги из активизированных клеток эндотелия. Это способствует миграции гладкомышечных клеток в интиму. В дальнейшем синтез и перемещение внутриклеточного матрикса приводят к прогрессированию роста гладкомышечных клеток и активизации интимального фиброза [18, 20, 10]. Клетки эндотелия играют ключевую роль в регуляции клеточ-

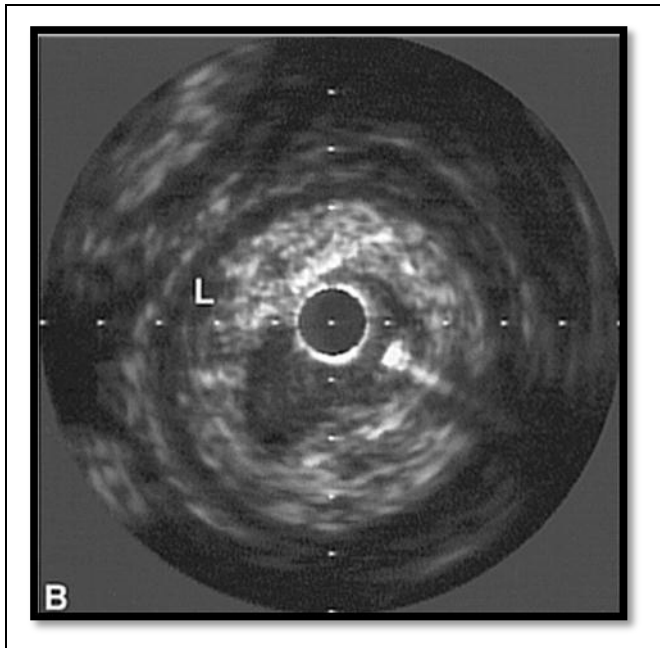


Рис. 6. ВСУЗИ.

Поперечное сечение коронарной артерии, концентрическая атеросклеротическая бляшка.

ного роста. Потеря целостности эндотелия истощает функцию роста нормальной клетки, являясь причиной тромбоза [17]. Таким образом, в венозных шунтах действуют многочисленные механизмы. Одним из таких механизмов является транзиторная ишемия венозного шунта, подвергающегося реперфузии после АКШ. Этот процесс - реперфузия-ишемия - приводит к выделению NO и аденозина [26], а также радикального супероксида, действующего непосредственно на гладкую мускулатуру сосудистой стенки [17]. Потеря vasa vasorum, от которых венозная стенка зависит в большей степени,

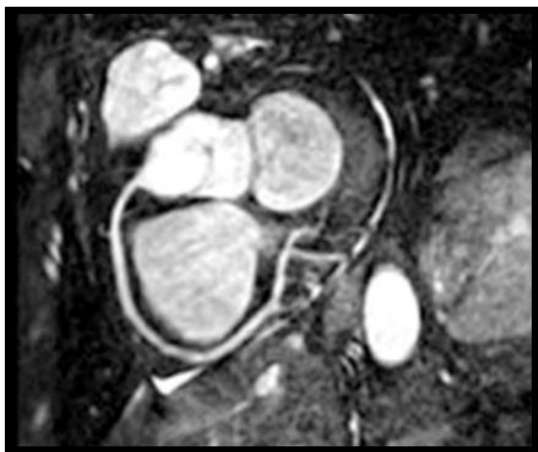


Рис. 8. МР-коронарография с внутривенным введением контрастного препарата.

Проходимая правая коронарная артерия.

чем артериальная, также может являться продолжением цикла ишемии и фиброза. Недавние исследования показали, что тромбин больше влияет на пролиферацию гладкомышечных клеток вены, чем внутренней грудной артерии (ВГА). Другим фактором, приводящим к интимальному фиброзу, является повышение нагрузки на венозную стенку за счет высокого АД после пуска кровотока по венозным шунтам, что также может вызвать повреждение интимы и медиа [18, 10].

В отдаленном послеоперационном периоде доминирующим процессом, лежащим в основе возникновения дисфункции шунтов и возвращения клинических симптомов ИБС, становится атеросклероз (Рис. 4) [16].

Хотя появление повторных приступов стенокардии может быть следствием прогрессирования атеросклероза в нативных коронарных артериях, ангиографические исследования показали, что причиной возникновения нестабильной стенокардии, инфаркта миокарда с

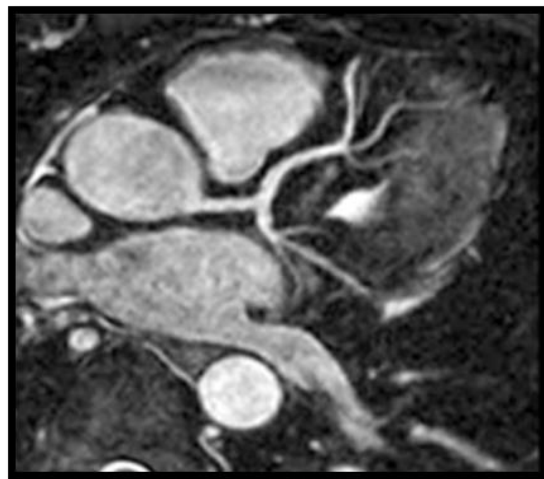


Рис. 7. МР-коронарография с внутривенным введением контрастного препарата.

Проходимая левая коронарная артерия.

зубцом Q и без зубца Q у пациентов, перенесших операцию АКШ, в 70-85% случаев являются атеросклеротические изменения венозных шунтов, часто с тромбозом [16, 21]. Гистологические исследования выявили атероматозные бляшки через 1 год после АКШ [36, 31], но гемодинамически значимые бляшки возникают только через 3 года после операции [13, 36]. В этих же исследованиях было установлено, что атеросклеротическому поражению способствует также повреждение эндотелия венозной стенки [52, 31]. Стадии и предрасполагающие факторы развития атероматозной бляшки в артериях и венозных шунтах сходны, хотя имеются временные, гистологические и топографические различия. Основным среди них является быст-

Таблица №1. Публикации по МР-томографии.

Magnetic Resonance Angiography of the Coronary Arteries

Technique	Reference	# Patients	Sensitivity	Specificity
2D breathhold	Manning <i>et al.</i> NEJM 1993; 328: 828	39	90%	92%
	Pennell <i>et al.</i> Heart 1993; 70: 315	30	85%	NA
	Post <i>et al.</i> EHJ 1997; 18: 426	35	35%	63%
3D navigator, retrospective-gating	Woodard <i>et al.</i> AJR 1998; 170: 883	10	70%	NA
	Kessler <i>et al.</i> Radiology 1992; 210: 566	73	65%	88%
	Sandstede <i>et al.</i> AJR 1999; 172: 135	30	81%	89%
	Sardanelli <i>et al.</i> Radiology 2000; 214: 808	42	82%	89%
	Kim <i>et al.</i> NEJM 2001; 345: 1863	109	83%	42%
3D navigator, prospective-gating	Weber <i>et al.</i> Eur Radiol 2002; 12: 718	15	88%	94%
3D breathhold and/or contrast-enhanced	Regenfus <i>et al.</i> AJC 2002; 90: 725	50	94%	57%
	Van Guens <i>et al.</i> Radiology 2002; 217: 270	38	68%	97%
	Nikolaou <i>et al.</i> Eur Radiol 2002; 12: 1663	20	79%	70%

рое прогрессирование атеросклероза в венозных шунтах, обусловленное хроническим повреждением и дисфункцией эндотелия. К атерогенезу предрасполагают также отсутствие локального компенсаторного расширения стенозированного участка венозного шунта, что характерно для коронарной артерии, и особенности липидного обмена в подкожной вене - замедленный липолиз, более активный синтез и повышенный захват липидов [59, 43].

Несмотря на то, что операция КШ производится уже более 50 лет, до сих пор открыт вопрос о стенотических изменениях шунтов в разные сроки после операции и, как следствие,



Рис. 9. МР-ангиография.

Белая стрелка – аксиальный срез проходимого маммарного шунта к ПНА.

возобновление стенокардии. Появление новых неинвазивных технологий таких, как МСКТ, позволит более детально изучить проблему окклюзий шунтов в разные сроки после КШ.

Методы оценки проходимости коронарных шунтов.

Инвазивная коронарошунтография.

Инвазивная коронарошунтография является «золотым» стандартом в оценке проходимости коронарных артерий и шунтов [8]. Коронарошунтография применяется для выявления и определения степени распространения атеросклероза коронарных артерий, для оценки осуществимости и адекватности различных методов лечения таких, как реваскуляризация миокарда посредством чрескожного или хирургического вмешательства, и как метод оценки результатов лечения, прогрессирования или регрессирования коронарного атеросклероза (Рис. 5).

Ограничения метода: высокий риск развития осложнений, сложности в выявлении бляшек в ремоделированных артериях, а также не способность оценивать структуру (состав) атеросклеротической бляшки [4].

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ).

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) коронарных артерий и коронарных шунтов используется для уточнения состояния коронарного русла на диагностическом этапе и для оценки и оптимизации результатов операции эндоваскулярной реваскуляризации миокарда. ВСУЗИ выполняется во время катетеризации сердца: миниатюрный УЗ-датчик, расположенный на кончике коронарного кате-

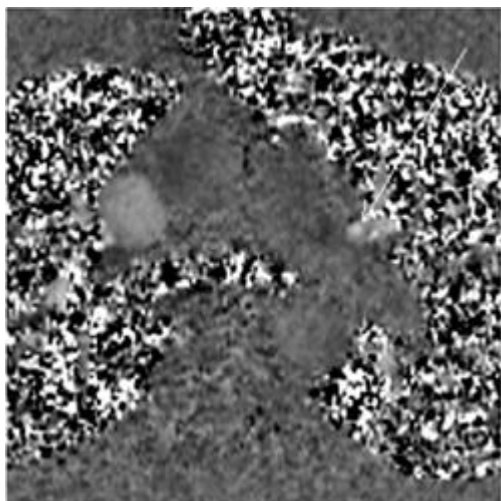


Рис. 10. Фазово-контрастное МРТ

Белая стрелка – аксиальный срез проходимого маммарного шунта к ПНА.

тера, проводится в просвет коронарной артерии (коронарного шунта), с помощью высокочастотных звуковых волн производится детальное изображение внутренних стенок артерий и шунтов [49]. При ВСУЗИ получают поперечное сечение как внутри сосуда, так и слои стенок самой артерии. Данный метод определяет структуру бляшки, её стабильность, наличие тромбов и диссекций, а также адекватность установки стентов (Рис. 6).

Главными ограничениями метода являются дороговизна и инвазивность исследования, не подходящего для рутинного применения.

Магнитно-резонансная ангиография.

МР-исследование сердца позволяет неинвазивно оценить проходимость проксимальных сегментов коронарных артерий, коронарных шунтов, глобальную и региональную сократимость миокарда, сердечный объем и жизнеспособ-

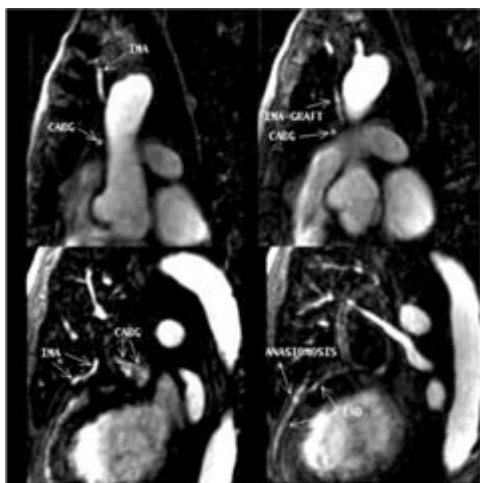


Рис. 12. МРТ.

Одиночные срезы маммарного шунта.

способность миокарда без ионизирующего излучения [43]. (Рис. 7, 8).

Чувствительность и специфичность метода в оценке проходимости проксимальных и средних сегментов КА составляют 90% (Табл. №1); тем не менее, для выявления коронарного атеросклероза МР-коронарографию используют гораздо реже, чем МСКТ-коронарографию, так как МР-исследование имеет низкое пространственное разрешение (1,2 – 1,4 мм), кроме того, для получения МР-изображений необходимо большее время исследования (сканирования).

Kim et al. [32] провели первое многоцентровое исследование, где были проанализированы данные 109 пациентов, которым была проведена МР-ангиография без задержки дыхания с 3D-реконструкцией. Исследователи отмечают, что изменения в ЛКА у пациентов с трёхсосудистым поражением КА могут быть определены с некоторой уверенностью у огра-

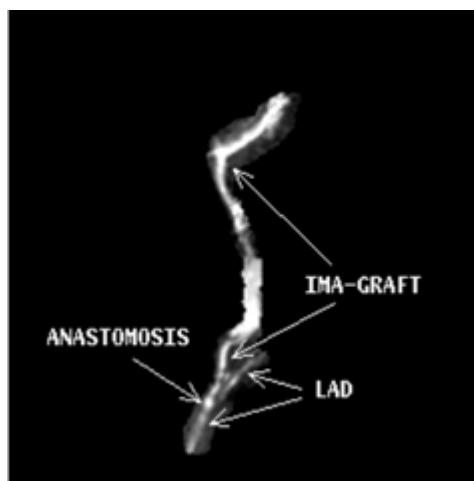


Рис. 11. МРТ-ангиография.

МИП реконструкция маммарного шунта к ПНА с участком дистального анастомоза.

ниченного количества пациентов, чувствительность метода составила 83%. Однако возможна оценка только проксимальных и средних сегментов КА, в данном исследовании из 759 сегментов 636 сегментов были интерпретированы (проксимальные и средние). Авторы отмечают, что одним из основных ограничений метода является длительное время сканирования (около 70 минут), а также низкая специфичность метода – 42% и низкая диагностическая точность – 72%. В исследовании Nikolaou et al. [42] были проанализированы данные 20 пациентов, которым была проведена МР-коронарография с ретроспективной кардиосинхронизацией; чувствительность и специфичность метода составили 79% и 70% соответственно.

МР-шунтография также не нашла распространения в широкой практике, так как время исследования, как и при коронарографии, до-

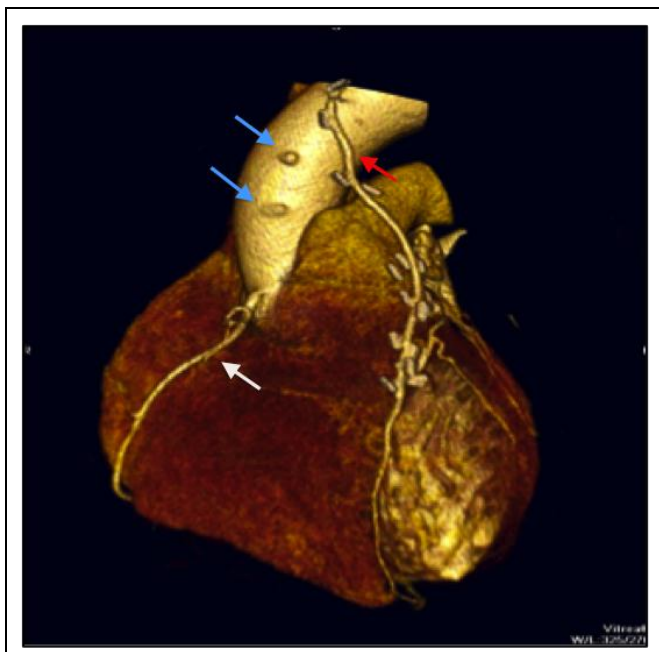


Рис. 13. КТ-шунтография. Объемный рендеринг.

Красная стрелка – проходимый маммарокоронарный шунт к ПНА, белая стрелка - проходимый аортокоронарный шунт к ПКА, синие стрелки – окклюзированные венозные шунты («пеньки»).

статочное длительное - около 45-55 минут; отмечается низкое пространственное разрешение (Рис. 9, 10), кроме того, определяются артефакты от металлических скрепок (Рис. 11, 12).

МСКТ-шунтография.

На современном этапе существует множество работ, посвященных сопоставлению интервенционной шунтографии и МСКТ-шунтографии, показывающие высокую чувствительность и специфичность метода.

Как было сказано ранее, ещё в 1997 г. S. Achenbach et al. [9] опубликовали первое сообщение о получении трехмерных изображений шунтов с помощью ЭЛТ, чувствительность и специфичность метода составили 100 и 97% соответственно. В последующем, при появлении новых систем с большим числом детекторов оценивались диагностические возможности метода.

На 4-х спиральных системах в исследовании Ropers et al., 2001 [44], было включено 65 пациентов – 182 шунта, чувствительность и специфичность метода составили 92% и 95% соответственно, в исследовании Magano et al., 2004 [39], были обследованы 57 пациентов – 122 шунта, чувствительность и специфичность метода составили 89% и 95% соответственно.

На 16-спиральных системах в исследовании Schlosser et al., 2004 [48], было обследовано 48 пациентов – 131 шунт, чувствительность и специфичность метода составили 92% и 97%

соответственно; в исследовании Andres et al., 2006 [11], было обследовано 32 пациента – 94 шунта, чувствительность и специфичность метода составили 100% и 98% соответственно; в исследовании Aysel Türkvatan et al., 2009 [12], было обследовано 102 пациента – 236 шунта, чувствительность и специфичность метода составляли 91,4 и 98,5 % соответственно.

На 64 спиральных системах Dijkers et al., 2007 [19], было обследовано 34 пациента – 69 шунтов, чувствительность и специфичность метода составили 100 и 99% соответственно; в исследовании Jabara et al., 2007 [29], было обследовано 50 пациентов – 147 шунтов, чувствительность и специфичность метода составили 95% и 100% соответственно; в исследовании Ropers et al., 2006 [45], было обследовано 50 пациентов – 138 шунтов, чувствительность и специфичность метода составили 100% и 94% соответственно; в исследовании Nazeri et al., 2010 [41], было обследовано 89 пациентов – 287 шунтов, чувствительность и специфичность метода составили 98% и 97% соответственно; в исследовании Tochii et al., 2010 [51], было обследовано 19 пациентов – 90 шунтов, чувствительность и специфичность метода составили 100 % и 93%.

Из результатов вышеперечисленных исследований можно сделать вывод, что 64-х спиральные системы имеют более высокую чувствительность и специфичность по сравнению с 4-х и 16-ти спиральными (Рис. 13, 14), что достигается за счёт уменьшения степени артефактов от движения коронарных артерий, вследствие увеличения скорости оборота трубки до 330-420 мс (16 спиралей – 375-500 мс), увеличения разрешающей способности 0,4-0,6 мм (16 спиралей – 0,75), а также уменьшения временного разрешения до 165-210 мс (16 спиралей – 188-250 мс) [47].

Кроме сопоставимости методов, исследователи оценивали проходимость шунтов в разные сроки после операции.

В работе Hosseinali Bassri et al., 2009 [27], на 16-ти спиральном томографе определялась проходимость аортокоронарных и маммарокоронарных шунтов в ранние сроки после операции – через одну неделю. В исследование было включено 107 пациентов без симптомов возобновления стенокардии; всего проанализировано 366 шунтов – 166 артериальных и 250 венозных шунтов, через неделю после АКШ отмечалась окклюзия 6 артериальных шунтов – 5% и 26 венозных шунтов – 10,4%.

В исследовании Yu Mi Jeong et al., 2009 [30], пациентам была выполнена 64-спиральная компьютерная томография через 15 дней после операции коронарного шунтирования, данные сопоставляли с инвазивной коронарографией; всего в исследовании участвова-



Рис. 13. КТ-шунтография. Объемный рендеринг.

Белые стрелки – места дистальных анастомозов.

ли 24 пациента, были проанализированы 65 шунтов из них 45 артериальных шунтов и 20 венозных шунтов. По данным КАГ 62 шунта оказались проходимы, у трех шунтов выявили гемодинамически значимые стенозы. МСКТ также определило проходимость 62 шунтов, однако проходимость трех шунтов была затруднена. Чувствительность, специфичность, положительная и отрицательная прогностическая ценность метода составили – 67%, 97%, 50% и 98% соответственно.

В работах других исследователей отмечается противоположная ситуация (преимущественная оценка отдаленных результатов): в работе P.G. Campbell et al., [14] обследовалась группа из 130 пациентов без признаков возобновления стенокардии. Из 130 пациентов только 7 пациентам была выполнена МСКТ-шунтография в течение полугода (через 2 месяца после операции), было проанализировано 16 шунтов, из которых окклюзии подверглись 2,

Список литературы:

1. Барбараш Л.С., Криковцев А. С., Моисеенков Г. В. Результаты аортокоронарного шунтирования с использованием ксеногенных сосудистых биопротезов у больных ИБС // Тезисы докладов первой ежегодной научной сессии НИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. - Москва. - 1997. - С. 65.
2. Белов Ю.В. Реконструктивная хирургия при ишемической болезни сердца. Дисс. д-ра мед. наук. - М. - 1987.
3. Н.М. Данилов, Ю.Г. Матчин, Т.Т. Горгадзе, И.Е. Чазова, А.П. Савченко. Показания к проведению коронарной ангиографии. *Consilium Medicum* Болезни сердца и сосудов Том 01/№1/2006.
4. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НИЦССХ им А.Н. Бакулева РАМН основан в 2000г. Общие вопросы Том 3 №8 август 2002 г.
5. Шабалкин Б. В., Белов Ю. В., Гаджиев О. А. и др. Состояние аортокоронарных шунтов после хирургической реваскуляризации миокарда // *Грудная хирургия*. 1984. - № 1.- С. 13-17.
6. Ю. Шевченко, О. Щепин. Смертность населения РФ в 1999 г. *Медицинский курьер* №.1-2, 2001.
7. Abramov D, Tamariz MG, Fremes SE, Guru V, Borger MA, Christakis GT, et al. Trends in coronary artery bypass surgery

что составило 12,5 %; данная цифра сопоставима с ангиографическими показателями первого месяца после операции [22, 44]; к концу первого года эта цифра приближается к 16% [44, 25]. Данное исследование демонстрирует сопоставимый уровень окклюзий в течение 1 года после операции, но в когорте пациентов без симптомов. Однако стоит отметить, что столь малое количество пациентов не является достоверным для выводов. Что нельзя сказать о группе пациентов, которым была выполнена МСКТ-шунтография в период от 1 года до 10 лет; в неё вошло 90 пациентов – 203 шунта, имелась окклюзия 42 шунтов (20,7%). Ангиографические исследования также показывают, что с каждым годом в течение первых 6 лет определяется окклюзия 1-2% шунтов, от 6 лет - до 4% в год. При этом 10-летняя проходимость шунтов составляет 60% и только 50% шунтов остаются без гемодинамически значимых стенозов [44, 25]. В группе пациентов из 33 человек, обследованных через 10 лет после операции, имелась окклюзия 33,3% шунтов, что несколько ниже ангиографических данных, но, как было сказано ранее, в исследование были включены пациенты без симптомов возобновления стенокардии.

Контроль за факторами риска и проведение адекватной лекарственной терапии показали замедление прогрессирования атеросклероза коронарных артерий и коронарных шунтов, что ведет к улучшению прогноза после АКШ [15, 53]. Вследствие этого, возникает потребность в выявлении пациентов, подверженных ранней окклюзии шунтов, для своевременного изменения тактики лечения, будь то более агрессивное фармакологическое лечение или интервенционные вмешательства, направленные на предотвращение дальнейшей окклюзии шунтов и, как следствие, уменьшение риска внезапной коронарной смерти.

Таким образом, для ранней диагностики окклюзии коронарных шунтов можно рекомендовать выполнение МСКТ-шунтографии, обладающей рядом таких преимуществ, как неинвазивность, высокое пространственное разрешение и быстрота выполнения исследования.

results: a recent 9-year study. *Ann Thorac Surg* 2000;70:84–90.

8. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Coronary Angiography) developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol*, 1999; 33:1756-1824.

9. Achenbach S, Moshage W, Ropers D et al. Noninvasive, threedimensional visualization of aortocoronary artery bypass grafts by electron beam tomography. *Amer J Cardiol* 1997; 79: 856–61.

10. Allaire E., Clowes A.W. Endotelial cell injury in cardiovascular surgery: the intimal hyperplastic response. *Ann Thorac Surg* 1997;63:582-591.

11. Anders K, Baum U, Schmid M et al (2006) Coronary artery bypass graft (CABG) patency: assessment with high-resolution submillimeter 16-slice multidetector-row computed tomography (MDCT) versus coronary angiography. *Eur J Radiol* 57:336–444.

12. Aysel Türkvtan, Şenay Funda Büyükoğlu, Fatma Gül Büyükbayraktar, Turhan Cumhuri, Erdal Duru, Tülay Ölçer, Mahmut Mustafa Ulaş. Noninvasive evaluation of coronary artery bypass grafts and native coronary arteries: is 16-slice multidetector CT useful? *Diagn Interv Radiol* 2009; 15:43–50.

13. Bourassa MG. Fate of venous grafts: the past, the present and the future. *J Am Coll Cardiol*. 1991;5:1081–1083.

14. P. G. Cambell, MRCP, 2K S L Teo, FRACP, 2S G Worthley, FRACP, PhD, 3M T Kearney, MRCP, DM, A. Tarique, MBBS, A. Natarajan, MRCP and A. G. Zaman, BSc, FRCP, MD. Non-invasive assessment of saphenous vein graft patency in asymptomatic patients. *The British Journal of Radiology*, 82 (2009), 291–295.

15. Cameron A.A., Davis K.B., Rojer W.J. Recurrence of angina after coronary artery bypass surgery: predictors and prognosis (CASS Registry). *J Am Coll Cardiol* 1995;4:895-899.

16. Chen L., Theroux P., Lesperance J. et al. Angiographic features of vein grafts versus ungrafted coronary arteries in patients with unstable angina and previous bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1493-1499.

17. Cook J.M., Cook C.D., Marlar R. et al. Trombomodulin activity in human saphenous vein grafts prepared for coronary artery bypass. *J Vasc Surg* 1991;14:147-151.

18. Cox J.L., Chiasson D.A., Cotlieb A.I. Stranger in a strange land: the pathogenesis of saphenous vein graft stenosis with emphasis on structural and functional differences between vein and arteries. *Progr Cardiovasc Dis* 1991;34:45-68.

19. Dijkers R, Willems TP, Tio RA, et al. The benefit of 64-MDCT prior to invasive coronary angiography in symptomatic post-CABG patients. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2007;23:369–377.

20. Dilley R.J., Mc Geachie J.K., Tennant M. Vein to artery graft: a morphological and histochemical study of the histogenesis of intimal hyperplasia. *Austr NZ J Surg* 1992;62:297-303.

21. Douglas J.S. Percutaneous approaches to recurrent myocardial ischemia in patients with prior surgical revascularization. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1994;6:98-108.

22. Favaloro RG. Landmarks in the development of coronary artery bypass surgery. *Circulation* 1998;98:466–78.

23. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol*

1996; 28:616–26.

24. Grondin CM, Pomar JL, Hébert Y, et al. Reoperation in patients with patent atherosclerotic coronary vein grafts. A different approach to a different disease *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;87:379.

25. Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, Copeland JG, et al for the VA Cooperative Study Group #207/297/364. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:2149–56.

26. Holt C.M., Fransis S.E., Newby A.C. et al. Comparison of response to injury in organ culture of human saphenous vein and internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1993;55:1522-1528.

27. Hosseinali Bassri, Farzad Salari, Fereidoun Noohi, Marzieh Motevali, Seifollah Abdi, Nader Giwtaj, Kamal Raissi and Majid Haghjoo. Evaluation of early coronary graft patency after coronary artery bypass graft surgery using multislice computed tomography angiography.

28. Iwinski J., Iwinska A., Ochala A. Hemodynamic properties of the internal mammary artery and saphenous vein in young persons and patients with moderate hypertension. *Eur Heart J* 1996;8:Abstr:546.

29. Jabara, R., et al., Comparison of multidetector 64-slice computed tomographic angiography to coronary angiography to assess the patency of coronary artery bypass grafts. *Am J Cardiol*, 2007. 99(11): p. 1529-34. Ropers D, Achenbach S, Kuettner A, et al.: Contrast-enhanced coronary artery visualization by dual-source computed tomography—initial experience. *Eur J Radiol* 2006, 57:331–335.

30. Yu Mi Jeong, Kim JH, Park CH, Park KY, Byun SS, Hwang HY, Park CH, Kim HS. Evaluation of Coronary Artery Bypass Grafts in the Early Postoperative Period Using 64-SliceMDCT. Department of Radiology, Gachon University, Gil Hospital, Korea. k7ok7@gilhospital.com. Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Gachon University, Gil Hospital, Korea.

31. Kalan J.M., Roberts W.C. Morphologic findings saphenous veins used as coronary arterial bypass conduits for longer than 1 year. Necropsy analysis of 53 patients, 123 saphenous veins and 1865 five - millimeter segments of vein. *Am Heart J* 1990;119:1164-1184.

32. Kim WY, Danias PG, Stuber M, et al. Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenosis. *N Engl J Med*. 2001;345:1863.

33. Lanzillo C., Maiolino G., SteckoJ. et al. Coronary Artery Bypass Graft (CABG): Assessment with High Resolution Submillimeter 64 Slice Multi Detector Row Computed Tomography (MDCT). *Cardiac Imaging with CT and MR. SCCT*, 2008; Section 2: 66.

34. Larson R.M., Hagen P.O., Fuchs J.C.A. Lipid biosynthesis in arteries, veins and venous grafts. *Circulation* 1974;50:Abstr:111-139.

35. Laynez Carnicero A., Estornell Erill J., Trigo Bautista A. et al. Non-invasive assessment of coronary artery bypass grafts and native coronary arteries using 64-slice computed tomography: comparison with invasive coronary angiography. *Revista espanola de cardiologia* 2010; 63 (2): 161–169.

36. Lie J.T., Lawrie G.M., Moris G.C. Aortocoronary bypass saphenous vein graft atherosclerosis: anatomic study of 99 vein

grafts from normal and hiperlipoproteinemic patients up to 75 months postoperatively. *Am J Cardiol* 1977;40:906-914.

37. Lee R., Lim J., Kaw G. et al. Comprehensive noninvasive evaluation of bypass grafts and native coronary arteries in patients after coronary bypass surgery: accuracy of 64-slice multi-detector computed tomography compared to invasive coronary angiography. *J.Cardiiovasc. Med. Hagerstown Md.* 2010; 11(2): 81–90.

38. Lytle B.W., Loop F.D., Cosgrove D.M., et al: Long-term (5-12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89:248-258.

39. Marano R, Storto ML, Maddestra N, Bonomo L (2004) Non-invasive assessment of coronary artery bypass graft with retrospectively ECG-gated four-row multi-detector spiral computed tomography. *Eur Radiol* 14:1353–1362.

40. Motwani JG, Topol EJ. Aortocoronary saphenous vein graft disease: pathogenesis, predisposition, and prevention. *Circulation* 1998; 97:916–931.

41. Nazeri I., Shahabi P., Tehrai P. Impact of calcification on accuracy of 64-slice spiral computed tomography for detecting coronary artery disease: a single centre experience // *Arch Iran Med.* - 2010. - Vol. 13(5). - P.373-383.

42. Nikolaou K, Huber A, Knez A, Becker C, Bruening R, Reiser M. Intraindividual comparison of contrast-enhanced electron-beam computed tomography and navigator-echo-based magnetic resonance imaging for noninvasive coronary artery angiography. *Eur Radiol.* 2002;12:1663–1671.

43. Plein S, Ridgway JP, Jones TR, Bloomer TN, Sivananthan MU. Coronary artery disease: assessment with a comprehensive MR imaging protocol—initial results. *Radiology.* 2002;225:300–307.

44. Poston RS, Prastein D, Gu J, et al. Virchow's triad, but not use of an aortic connector device, predicts vein graft thrombosis after off-pump bypass. *Heart Surg Forum* 2004;7:E428–E433.

[PubMed:15799918].

45. Ropers, D.; Pohle, F. K.; Kuettner, A.; Pflederer, T.; Anders, K.; Daniel, W. G.; Bautz, W.; Baum, U. & Achenbach, S. (2006). Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography in patients after bypass surgery using 64-slice spiral computed tomography with 330-ms gantry rotation pp. 2334-2341; quiz 2334, ISSN 1524-4539.

46. Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E et al (2001) Investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol* 88:792–795.

47. Roubos N, Rosenfeldt FL, Richards SM, Conyers RAJ, Davis BB. Improved preservation of saphenous vein grafts by the use of glyceryl trinitrate - verapamil solution during harvesting. *Circulation.* 1995;92 (suppl II):II-31-II-36.

48. Schlosser T, Konorza T, Hunold P et al (2004) Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16- detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 44:1224–1229.

49. Schoenhagen, Paul; Nissen, Steven Understanding coronary artery disease: tomographic imaging with intravascular ultrasound. *Heart* 2002;88:91-96 doi:10.1136/heart.88.1.91.

50. Stafi S., Palinski W., Born G.V.R. Comparison of uptake and degradation of low density lipoproteins by arteries and veins of rabbits. *Atherosclerosis* 1987;66:131-138.

51. Tochii, M.; Takagi, Y.; Anno, H.; Hoshino, R.; Akita, K.; Kon-do, H. & Ando, M. (2010). Accuracy of 64-slice multidetector computed tomography for diseased coronary artery graft detection. *Annals of Thoracic Surgery*, Vol.89, No.6, (Jun 2010), pp. 1906-1911, ISSN 1552-6259.

52. Verrier E.D., Boyle E.M. Endothelial cell injury in cardiovascular surgery. *Ann Thorac Surg* 1996;62:915-922.

53. Weintraub WS, Jones El, Craver JM, Guyton RA. Frequency of repeat coronary artery bypass or coronary angioplasty after coronary artery bypass surgery using Saphenous venous grafts. *Am J Cardiol* 1994;73:103–12.