

Возможности современных методик визуализации при ишемической болезни сердца

Ю.И.Бузиашвили, В.Ю.Бузиашвили

ФГБУ Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева, Москва

Резюме. Сегодня в науке и клинической практике большой критике подвергается «механистическая» теория ишемической болезни сердца (ИБС), основной концепцией которой является прямая корреляция между процентом стенотического сужения коронарной артерии и степенью ишемии миокарда в зоне, кровоснабжаемой данным сосудом. Практически каждый опытный кардиолог сталкивался со случаями, в которых при визуальном значительном сужении коронарной артерии, по данным коронарной ангиографии, кровоснабжение данного участка не столь выражено страдало (по данным методик визуализации в ходе индукции ишемии). В связи с этим оценке функциональной значимости стенозов сегодня в науке уделяется большое внимание, и с течением времени это зачастую становится краеугольным камнем в выборе пути лечения пациентов с ИБС.

Необходимость выбора наиболее информативной в каждом клиническом случае методики для верификации диагноза и определения дальнейшей тактики ведения определяется необходимостью индивидуального подхода при выборе методики лечения у пациентов с ИБС, основанного на совокупности данных анатомии коронарного русла и функционального состояния миокарда, что может значительно улучшить исход и отдаленный результат лечения.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, перфузия миокарда, реваскуляризация миокарда, стресс-индукция, фармакологические стрессорные агенты, сцинтиграфия миокарда, позитронно-эмиссионная томография, стресс-ЭхоКГ, МРТ с контрастным усилением, стресс-МРТ.

Stable coronary artery disease – opportunities of non-invasive visualization

Yu.I.Buziashvili, V.Yu.Buziashvili

Bakoulev Center for Cardiovascular surgery, Moscow

Summary. Nowadays «mechanical» theory of myocardial ischemia is being criticized in both scientific and clinical points of view. Its main point is straight correlation between percent of stenosis of coronary artery and level of myocardial ischemia in segments perfused by «narrowed» coronary artery. Almost every cardiologist has faced clinical situations, when there is no significant ischemia detected during stress-induced tests in segments perfused by coronary artery, that has significant stenosis visualized during coronary angiography. Therefore assessment of functional significance of stenosis is one of main areas of interest among patients with coronary artery disease.

In every clinical case most informative test should be chosen in purpose to spot the most appropriate way of treatment and evaluate the need of revascularization. The more accurate diagnostics is done and selection of patient for each way of treatment, the better results we can achieve.

Key words: coronary artery disease, myocardial perfusion, ischemia, revascularization, pharmacological stress induction, single photon emission CY, stress-Echo, positron emission tomography, MRI, stress-MRI.

Сведения об авторах

Бузиашвили Юрий Иосифович – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зам. дир. по науч. работе Института кардиохирургии им. В.И.Бураковского, рук. КДО ФГБУ НЦССХ им. А.Н.Бакулева

Бузиашвили Виктория Юрьевна – аспирант КДО ФГБУ НЦССХ им. А.Н.Бакулева. E-mail: viktoriaub@mail.ru

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются главной причиной смерти в мире, ежегодно унося жизни 17 млн человек, из них 7 млн – от ишемической болезни сердца (ИБС) и 6,2 млн – от инсульта (Всемирная организация здравоохранения – ВОЗ, 2011). Эти показатели стремительно растут: в 2000 г. от ИБС скончались 5,9 млн человек, в 2011 г. – уже 7 млн. По оценкам ВОЗ на 2013 г., к 2030 г. около 23,3 млн человек будут умирать от ССЗ, которые останутся основной причиной смерти. Одно из первых мест по инвалидизации трудоспособного населения занимает ИБС.

ИБС является состоянием, при котором имеет место несоответствие между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой по коронарным артериям, что и определяется термином «ишемия».

Сердце, как мышечный орган, который должен непрерывно обеспечивать кровоснабжение организма, нуждается в постоянном поступлении кислорода в

достаточном объеме, ему необходимо 1–2 мл кислорода на 1 г его массы в минуту, что значительно превышает аналогичные показатели других органов и тканей. Кровоснабжение сердца осуществляется двумя коронарными артериями – левой и правой, которые отходят непосредственно от устья аорты. Это обеспечивает в них максимальное перфузионное давление, большой объем притока крови. Другие факторы, определяющие перфузию коронарной артерии, приведены в табл. 1.

Основной причиной недостаточной доставки крови к миокарду является атеросклеротическое поражение коронарного русла, приводящее к его стенозированию. В арсенале врача имеется множество методик лечения пациента с ИБС. Наряду с оптимальной фармакологической терапией операции реваскуляризации миокарда, такие как аортокоронарное шунтирование и малоинвазивные операции стентирования, занимают ведущее место в лечении ИБС.

Факторы, влияющие на потребность миокарда в кислороде	Факторы, влияющие на доставку кислорода к миокарду
Масса миокарда ЛЖ Нагрузка на миокард ЛЖ Частота сердечных сокращений Системное артериальное давление Степень растяжения миокарда ЛЖ, которая зависит от объема преднагрузки Сократимость миокарда ЛЖ	Концентрация кислорода в периферической крови Коронарный кровоток, который определяется: – перфузионным давлением – резистентностью коронарных сосудов на уровне микроциркуляторного русла

	Дипиридамола/аденозин	Добутамин
Рецепторы	Аденозиновые A ₂	β ₁ -Адренорецепторы
Гемодинамические механизмы	Уменьшение доставки кислорода	Увеличение потребности в кислороде
Физиологические точки приложения	Коронарные артериолы	Миокард
Клеточные точки приложения	Гладкомышечные клетки	Кардиомиоциты
Противопоказания	Бронхиальная астма, брадикардия	Тахикардия, гипертензия
Препарат	Дипиридамола, аденозин	Добутамин
Антидот	Аминофиллин	β-Адреноблокаторы

При этом на сегодняшний день важным вопросом является возможность ранней диагностики и лечения атеросклероза.

Исходя из патофизиологических факторов, приводящих к ишемии миокарда, для определения ее этиологии, тактики ведения пациента, а также необходимости и техники выполнения реваскуляризации миокарда врачу необходимо получить наиболее полную информацию по следующим показателям:

- клинико-anamnestические данные пациента (характер жалоб, степень нарушения качества жизни обследуемого);
- данные лабораторных методов обследования (уровень гемоглобина, гематокрита);
- состояние сердца (наличие клапанной патологии, зон нарушения локальной сократимости, наличие и степень гипертрофии миокарда);
- наличие зон нарушения перфузии в ходе стрессиндуцированных проб;
- анатомия коронарного русла (наличие, локализация, степень стенотического сужения коронарного сосуда);
- характер атеросклеротической бляшки.

Возможности индукции и визуализации ишемии миокарда в клинике

Ишемия миокарда может быть спровоцирована следующими путями (табл. 2):

- 1) снижение доставки кислорода к миокарду:
 - путем дилатации малоизмененных коронарных артерий (медикаментозная проба с аденозином, дипиридамолом) – синдром обкрадывания;
 - путем спастической реакции коронарного русла (холодовая проба, проба с эргоновином).
- 2) повышение потребности миокарда в кислороде:
 - проба с физической нагрузкой;
 - медикаментозная проба с кардиотоническими препаратами (проба с добутамином);
 - чреспищеводная электростимуляция.

Дипиридамола, не являясь активным взаимодействующим с рецепторами веществом, ингибирует распад эндогенного аденозина, повышая его концентрацию, что вызывает вазодилатацию посредством влияния на A₂-аденозиновые рецепторы. Данный механизм индукции ишемии миокарда называется «синдром обкрадывания».

Механизм действия инотропных препаратов заключается в повышении потребности в кислороде

миокарда вследствие положительного инотропного и хронотропного действия фармакологического агента.

Фармакологические методики провокации ишемии являются методом выбора у пациентов, которые не могут адекватно выполнять физические нагрузки. В арсенале врача сегодня большое количество методик выявления и визуализации индуцированной ишемии, каждая из которых имеет преимущества, недостатки и свою нишу в обследовании пациента:

- электрокардиография;
- эхокардиография (ЭхоКГ);
- компьютерная томография (КТ) с контрастным усилением;
- магнитно-резонансная томография (МРТ) с контрастным усилением;
- радионуклидные методы исследования: сцинтиграфия миокарда, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Выбор методики визуализации чаще всего зависит от возможностей медицинского учреждения и мнения лечащего врача в каждом конкретном случае.

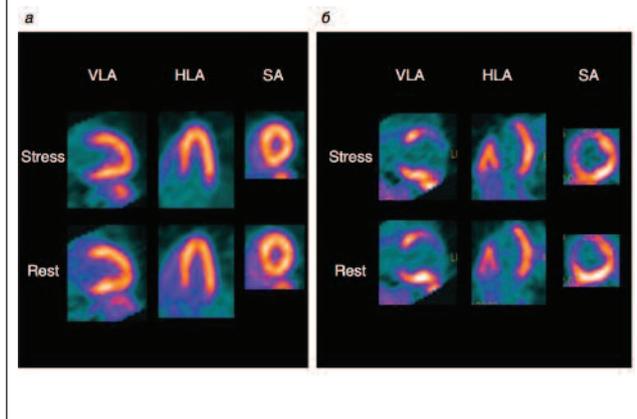
Сцинтиграфия миокарда

Сцинтиграфию миокарда стали применять в 1970-х годах. В качестве радиоизотопов наиболее часто использовались таллий-201 и технецийсодержащие агенты. Ишемизированной считается зона, в которой выявляется дефект накопления радиофармпрепарата в ходе стресс-пробы, обратимый в состоянии покоя. Необратимый дефект накопления расценивается как зона постинфарктного рубца [29].

Чувствительность и специфичность данной методики в выявлении гемодинамически значимых стенозов (более 50%) составляют 86 и 74% соответственно [38].

Возможности оценки жизнеспособного миокарда с помощью сцинтиграфии основаны на выявлении целостности клеточных мембран при введении изотопного индикатора. Объединенные метаисследования с таллием показали 83–88% чувствительность методики, 49–69% специфичность в возможности прогнозирования восстановления локальной сократимости после проведения реваскуляризации [2], что дает возможность говорить о ценности методики при отрицательном прогнозе восстановления. Низкая значимость методики при оценке возможного положительного эффекта восстановления сократи-

Рис. 1. Перфузия миокарда: а – исследование в ходе ПЭТ в состоянии покоя (Rest) и на фоне фармакологической стресс-индукции (Stress), дефекты перфузии не визуализируются; б – множественные дефекты перфузии миокарда в состоянии покоя, которые усугубились на фоне проведенной фармакологической пробы [21].



мости после восстановления адекватного кровотока связана с низким пространственным разрешением сцинтиграфии. Субэндокардиальные зоны инфаркта находятся за пределами возможностей визуализации при выполнении сцинтиграфии и могут быть не выявлены в ходе исследования [39].

Оценка функции левого желудочка (ЛЖ) по результатам проведенных исследований имеет хорошую корреляцию с МРТ сердца (являющейся «золотым стандартом» в оценке функции ЛЖ), однако имеют место значительные погрешности при обследовании пациентов с маленькими объемами полости ЛЖ, с выраженной дилатационной кардиомиопатией, а также при наличии значимых субэндокардиальных дефектов перфузии [19].

ПЭТ

ПЭТ состоит из визуализации перфузии посредством применения радиоизотопных индикаторов (рубидия хлорид-82, 15O-вода, 13N-аммоний) и оценки метаболизма посредством 18F-фтордезоксиглюкозы (ФДГ). Несоответствие данных перфузии и метаболизма – сниженная перфузия при нормальном поглощении ФДГ – может говорить об обратимой ишемии миокарда. Совпадение показателей снижения перфузии и метаболизма свидетельствует об инфарктной зоне (рис. 1).

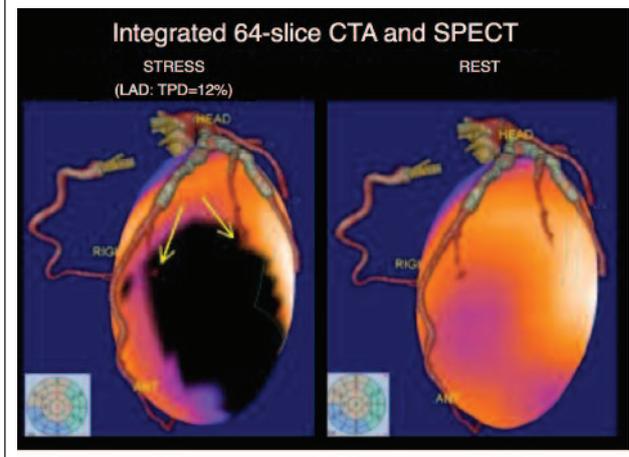
По данным 19 проведенных исследований, чувствительность и специфичность ПЭТ в выявлении значимой патологии коронарного русла (более 50% стеноз) составляют 92 и 85% соответственно [26] (рис. 2).

Как и сцинтиграфия миокарда, ПЭТ показывает высокую чувствительность с относительно низкими показателями специфичности в выявлении жизнеспособного миокарда и оценке возможности восстановления локальной сократимости после реваскуляризации [13]. Однако, несмотря на большое количество преимуществ перед сцинтиграфией миокарда, ПЭТ не может широко применяться при обследовании пациентов с ИБС в связи с крайне высокой стоимостью методики и ее малой распространенностью.

Стресс-ЭхоКГ

Стресс-ЭхоКГ – методика распространенная, относительно низкая по стоимости. Она дает возможность изучения анатомии сердца, а выявление ИБС

Рис. 2. Исследование анатомии коронарного русла с помощью КТ, совмещенное с исследованием перфузии посредством ПЭТ. Темная зона – область нарушенной перфузии, кровоснабжаемая огибающей ветвью левой коронарной артерии [32].



основывается на оценке региональной сократимости миокарда в ходе индукции ишемии разными способами (см. ранее).

Чувствительность и специфичность стресс-ЭхоКГ при обследовании пациентов с ИБС сильно варьируют в зависимости от исследователя, проводящего пробу, и от стрессиндуцирующего фактора. Чувствительность составляет 80, 85 и 78%, специфичность – 86, 76 и 91% для проб с добутамином, физической нагрузкой и дипиридамолом соответственно [4]. Эти показатели снижаются при обследовании пациентов с выраженным снижением фракции выброса ЛЖ [24].

Выявление жизнеспособного миокарда при стресс-ЭхоКГ основывается на показателях инотропного резерва, т.е. способности гипертрофированного миокарда сокращаться на фоне введения малых доз инотропных препаратов. Стресс-ЭхоКГ показывает 84% чувствительность и 81% специфичность в прогнозировании восстановления сократительной способности при реваскуляризации миокарда [2].

При сравнении стресс-ЭхоКГ со сцинтиграфией миокарда было показано, что последняя является более чувствительной, а стресс-ЭхоКГ – более специфичной методикой в ходе диагностики ИБС [3].

МРТ сердца с контрастным усилением

Индукция ишемии в ходе данного исследования может достигаться описанными ранее методами, однако проба с физической нагрузкой применяется крайне редко в связи с необходимостью наличия МР-адаптированного велоэргометра. Визуализация перфузии миокарда происходит при первом прохождении болюса контрастного вещества в ходе стресс-нагрузки. В области нормального кровоснабжения миокард адекватно накапливает контрастное вещество.

Обратимая ишемия определяется визуально как обратимое снижение сигнала в ходе прохождения первого болюса контрастного вещества при отсутствии накопления контраста в ходе отсроченной фазы. Зона перенесенного инфаркта выявляется как область высокой интенсивности МР-сигнала в период отсроченного накопления.

Выявление степени рубцового поражения у пациентов с инфарктом в анамнезе является важным аспектом в определении тактики лечения. На начальных этапах внедрения МРТ с контрастным усилением для оценки степени рубцового поражения миокарда про-

Рис. 3. МРТ с контрастным усилением. Сканирование проведено в отсроченном периоде накопления контрастного вещества (через 15 мин после внутривенного введения контрастного препарата). Визуализируется трансмуральное накопление контрастного агента в области передней, задней межжелудочковой перегородки, передней стенки ЛЖ (красная стрелка).

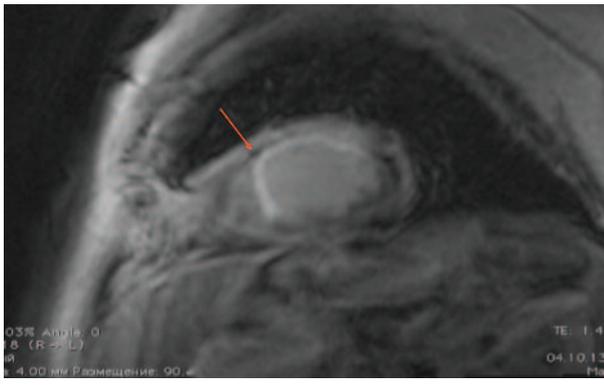
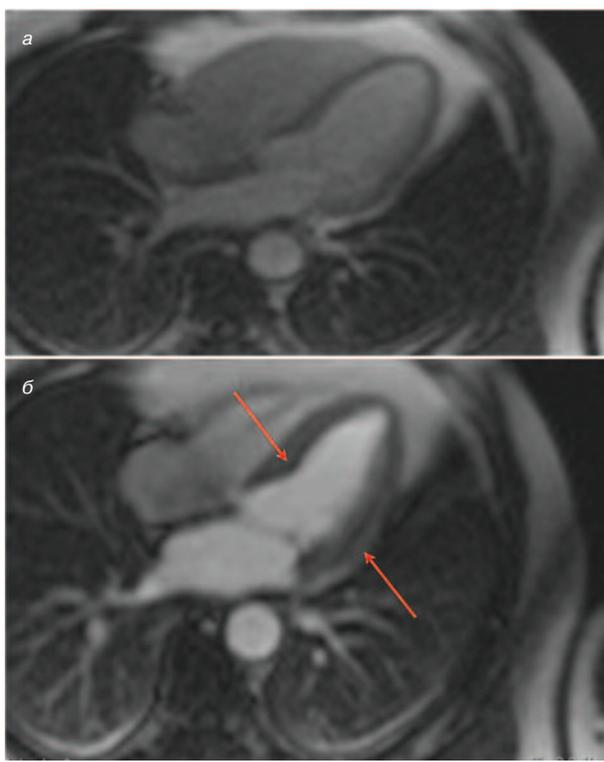


Рис. 4. Стресс-МРТ с контрастным усилением при фармакологической нагрузке (дипиридамолом): а – период покоя, зон нарушений локальной перфузии не выявлено; б – сканирование проведено после введения максимальной нагрузочной дозы дипиридамола (0,84 мг/кг), визуализируются дефекты перфузии в области межжелудочковой перегородки и боковых стенок ЛЖ (красные стрелки).



ведено исследование, включавшее 50 пациентов, которым была выполнена МРТ с контрастированием до оперативного вмешательства. Выявленная при исследовании с отсроченным контрастированием степень рубцового поражения миокарда позволяла делать в достаточной степени четкие прогнозы относительно восстановления функции миокарда после реваскуляризации [23]. Степень распространения рубцовой ткани была представлена в процентном отношении: отсутствие зон накопления или же зоны с накоплением контрастного вещества менее 75% были четкими показателями возможности функционального восстановления в течение 79+36 дней после проведенной реваскуляризации (рис. 3). Жизнеспособный миокард

Рис. 5. Контрастная стресс-ЭхоКГ с добутамином. Стрелками указана зона обратимой ишемии миокарда: верхушечный сегмент задней стенки миокарда ЛЖ (А3С – апикальный доступ, 3-камерная позиция), верхушечный сегмент нижней стенки миокарда ЛЖ (А2С – апикальный доступ, 2-камерная позиция). При этом у пациента в ходе КАГ выявлены гемодинамически значимые стенозы передней межжелудочковой ветви, окклюзия огибающей ветви, субокклюзия правой коронарной артерии [8].

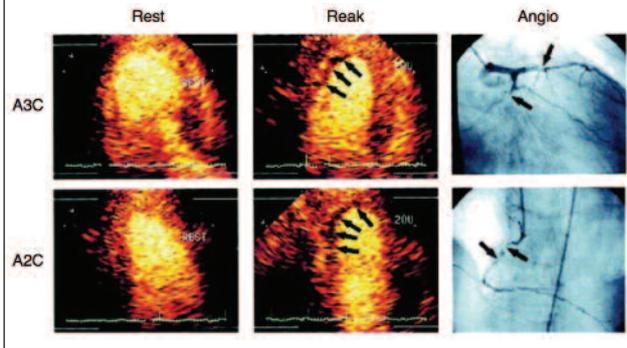
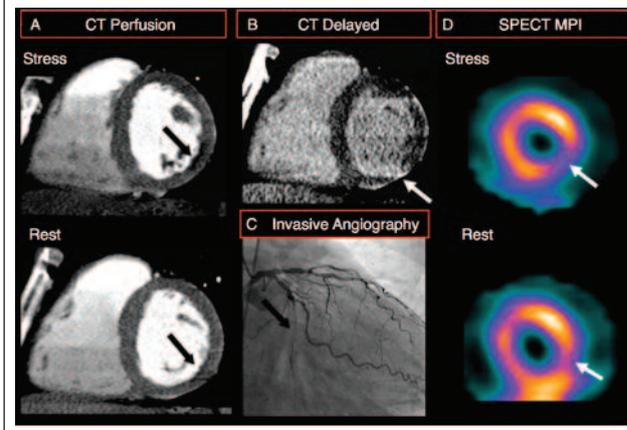


Рис. 6. КТ в оценке перфузии миокарда [22]. Визуализируется ишемия миокарда по нижнебоковой стенке ЛЖ, в перинфарктной зоне, что коррелирует с данными сцинтиграфии миокарда. При КАГ выявлена окклюзия проксимальной трети огибающей ветви левой коронарной артерии.



в ходе МРТ сердца выявляется при исследовании отсроченного накопления контрастного вещества (через 10–20 мин после его введения). Контрастный агент накапливается в соединительной ткани в силу особенностей ее клеточного строения, при сканировании выявляется как зона высокой интенсивности МР-сигнала, при этом жизнеспособный миокард не накапливает контрастное вещество, визуализируется как участок пониженного контрастирования.

Проведенные исследования доказывают высокую чувствительность (89%) и среднюю степень специфичности (80%) МРТ в выявлении значимых поражений коронарного русла [18]. Ложноположительный результат может быть получен в случае наличия артефактов движения по причине высокой чувствительности методики [13].

МРТ сердца признана «золотым стандартом» в определении глобального и регионарного функционального состояния ЛЖ. Данная методика превосходит ЭхоКГ по следующим причинам:

- новые последовательности, разработанные за последнее время, дают возможность получать изображения с крайне четкой границей эндокарда;
- в отличие от ЭхоКГ геометрия ЛЖ не является препятствием в оценке его функции, что позволяет проводить ее с высокой точностью при выраженном нарушении геометрии ЛЖ [27].

Развивающиеся методики

Имеется множество развивающихся направлений методик визуализации в обследовании пациентов с ИБС.

В оценке перфузии миокарда значимый прогресс сегодня имеет контрастная ЭхоКГ, которая дает также возможность изучения анатомии сердца, жизнеспособного миокарда; в качестве контрастного вещества используются «микропузырьки», оболочкой которых являются альбумин, липиды или другие полимеры [7].

Проводятся работы по изучению перфузии миокарда в ходе КТ, чувствительность и специфичность которых по результатам сегодняшнего дня сопоставима со сцинтиграфией миокарда, однако в силу высокой дозы ионизирующего облучения пациента во время исследования методика пока не получила широкого распространения [5]. Проводятся также стресс-КТ-исследования перфузии миокарда, для применения которых в клинической практике требуется накопление большего опыта и проведение многоцентровых исследований [12].

Сегодня появилась возможность не только изучать анатомию, но и оценивать значимость влияния на кровоток стенотического сужения артерий коронарного русла и в ходе инвазивной коронароангиографии (КАГ).

Оценка функциональной значимости стенотического сужения артерии может быть проведена в ходе КАГ путем исследования фракционного резерва кровотока, дающего информацию о градиенте давления до и после стенотического сужения (на фоне максимальной вазодилатации, которая обеспечивается введением папаверина). Значения фракционного резерва менее 0,75–0,8 говорят о гемодинамической значимости стеноза [30].

Важное значение в обследовании пациентов с ИБС сегодня приобретает получение информации о характере атеросклеротической бляшки, что дает возможность говорить о прогнозе «надрыва» поверхности бляшки, который, в свою очередь, приводит к острому коронарному синдрому. Неинвазивными методиками изучения структуры атеросклеротической бляшки являются КТ-КАГ [25], ПЭТ [35]. В ходе инвазивной КАГ возможно проведение внутрисосудистого ультразвука [15] и оптической когерентной томографии [34].

Многоцентровые исследования эффективности методик визуализации

Европейским обществом кардиологов ведется одно из крупнейших многоцентровых исследований EVINCI (Evaluation of Integrated Cardiac Imaging study), которое сможет ответить на актуальные вопросы кардиологии: какая из методик неинвазивного обследования может играть ключевую роль в выявлении пациентов с гемодинамически значимым поражением коронарного русла до проведения инвазивных методик обследования (КАГ). В проведении работы приняли участие 17 крупнейших клинических центров Европы. В исследование были включены 695 пациентов с хронической болью в грудной клетке, из которых у 60% была высокая вероятность выявления ИБС. Пациентам на первом этапе проводились разные неинвазивные методики исследования, дающие возможность изучать перфузию миокарда и анатомию коронарного русла: радионуклеидные исследования (ПЭТ, сцинтиграфия миокарда), МРТ сердца с контрастным усилением

и фармакологическими стресс-пробами, стресс-ЭхоКГ, КТ-КАГ. Далее проводилась КАГ, при необходимости включавшая в себя также функциональные диагностические методики (к примеру, измерение функционального резерва кровотока). По результатам выполненных исследований проводилась сравнительная оценка специфичности, чувствительности и экономической эффективности разных неинвазивных методик обследования для выявления пациентов с ИБС. Конечной точкой EVINCI явилась оценка возможности неинвазивных методов обследования в определении наличия ИБС у пациента, а также дифференцировки поражения крупных сосудов от патологии микроциркуляторного русла, что в совокупности имеет определяющее значение при принятии решения о возможности улучшения качества жизни путем хирургических вмешательств, о прогнозе течения заболевания пациента. Целью этой работы является снижение процента нецелесообразного проведения инвазивных диагностических процедур, уменьшение затрат на обследование пациентов, увеличение эффективности проводимых вмешательств по реваскуляризации миокарда. Сбор материала завершен 15 июня 2013 г., в ближайшее время ожидается публикация подробных результатов проведенной работы.

Выводы

Сегодня в науке и клинической практике большой критике подвергается «механистическая» теория ИБС, основной концепцией которой является прямая корреляция между процентом стенотического сужения коронарной артерии и степенью ишемии миокарда в зоне кровоснабжаемой данным сосудом. Практически каждый опытный кардиолог сталкивался со случаями, в которых при визуальном значительном сужении коронарной артерии по данным КАГ кровоснабжение этого участка не столь выражено страдало (по данным методик визуализации в ходе индукции ишемии). В связи с этим оценке функциональной значимости стенозов сегодня в науке уделяется большое внимание, и с течением времени это зачастую становится краеугольным камнем в выборе пути лечения пациентов с ИБС.

Активные дебаты по поводу методики, позволяющей оптимизировать тактику ведения пациентов с ИБС, продолжаются и с каждым днем набирают силу, проведено большое количество многоцентровых исследований.

Опубликованы результаты подисследования COURAGE [28], дополнения по данным наблюдения через 1 и 2 года к исследованию FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) [37], а также дополнения к наблюдениям через 2 и 5 лет к исследованию DEFER [31]. Результаты всех перечисленных работ подчеркивают важность исследований с целью доказательства наличия ишемии до проведения КАГ. Они также выявляют несколько клинически значимых моментов:

- выполнение реваскуляризации с учетом данных, полученных при исследовании резерва коронарного кровотока или проведении функциональных проб на выявление ишемии (при выявлении более 10% ишемизированного миокарда), выражено снижает риск возникновения больших коронарных событий в отдаленном периоде после операции [17];
- вмешательство на сосуде с доказанной гемодинамической значимостью сужения позволяет достичь

более высокого процента пациентов, отмечающих положительную динамику стенокардии с улучшением качества жизни;

- реваскуляризация гемодинамически незначимого сужения (без данных функциональных проб) выражено повышает риск возникновения больших кардиальных событий, не улучшая клинического состояния пациентов.

Вопрос выбора тактики реваскуляризации между стентированием и аортокоронарным шунтированием сегодня является зачастую неоднозначным и должен решаться командой врачей, состоящей из кардиолога, интервенционного кардиолога и кардиохирурга (European Guidelines on myocardial Revascularization, 2014).

Таким образом, индивидуальный подход при обследовании пациентов с ИБС, основанный на совокупности данных изучения анатомии коронарного русла и функционального состояния миокарда, может значительно улучшить исход и отдаленный результат лечения.

Исходя из сказанного, целевые установки по определению методики, имеющей высокие показатели чувствительности, специфичности, оптимальные экономические показатели применения, удобство пациента и минимализация влияния оператора на качество обследования остаются предметом дальнейшего изучения. Оценка возможностей и изъянов описанных методик крайне важна при интерпретации и определении показаний для проведения каждой из них.

В КДО НЦССХ им. А.Н.Бакулева большую когорту пациентов составляют больные с ИБС. Зачастую возникают клинические ситуации, в которых информация, полученная в ходе принятой стандартной методики обследования, включающей в себя ЭхоКГ, стресс-ЭхоКГ, пробы с малыми дозами добутамина, является недостаточной, оставляя открытым вопрос о наиболее целесообразной тактике лечения пациента. В ключе научного интереса, а также клинической надобности возникла проблема необходимости изучения информативности и возможности внедрения в практику обследования наших пациентов высокоспециализированной методики – МРТ сердца с контрастным усилением и стресс-МРТ сердца.

С этой целью отобраны 50 пациентов с ИБС, которым проведено данное обследование в случае неинформативности ранее проведенной стресс-ЭхоКГ или же невозможности ее проведения. Результаты выполненной работы находятся на стадии статистической обработки и вскоре будут представлены.

Список использованной литературы

1. ВОЗ, 2011.
2. Bax JJ, Wijns W, Cornel JH et al. Accuracy of currently available techniques for prediction of functional recovery after revascularization in patients with left ventricular dysfunction due to chronic coronary artery disease: comparison of pooled data. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1451–60.
3. Schinkel AFL, Bax JJ, Geleijnse ML et al. Noninvasive evaluation of ischaemic heart disease: myocardial perfusion imaging or stress echocardiography? *Eur Heart J* 2003; 24: 789–800.
4. Beleslin BD, Ostojic M, Djordjevic-Dikic A et al. Integrated evaluation of relation between coronary lesion features and stress echocardiography results: the importance of coronary lesion morphology. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 717–26.
5. Blankstein R, Shturman LD, Rogers IS et al. Adenosine-induced stress myocardial perfusion imaging using dual-source cardiac computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54: 1072–84.

6. Braunwald E. Control of myocardial oxygen consumption: physiologic and clinical considerations. *Am J Cardiol* 1971; 27: 416–32.
7. Carr CL, Lindner JR. Myocardial perfusion imaging with contrast echocardiography. *Curr Cardiol Rep* 2008; 10: 233–9.
8. Chopra HK. Myocardial contrast echocardiography: a new tool for assessment of myocardial perfusion. *Indian Heart J* 2009; 61 (1): 8–13.
9. Dijkmans PA, Senior R, Becher H et al. Myocardial contrast echocardiography evolving as a clinically feasible technique for accurate, rapid, and safe assessment of myocardial perfusion: the evidence so far. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 2168–77.
10. *Eur Heart J* 2010; 31 (20): 2501–55. doi: 10.1093/eurheartj/ehq277
11. Wijns W, Kolb P, Danchin N et al. European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI).
12. George RT, Arbab-Zadeh A, Miller JM et al. Adenosine Stress 64- and 256-row detector computed tomography angiography and perfusion imaging: clinical perspective. *Circ Cardiovasc Imaging* 2009; 2: 174–82.
13. Gerber BL, Ordoubadi FF, Wijns W et al. Positron emission tomography using 18F-fluoro-deoxyglucose and euglycaemic hyperinsulinaemic glucose clamp: optimal criteria for the prediction of recovery of post-ischaemic left ventricular dysfunction. Results from the European Community concerted action multicenter study on use of 18F-fluoro-deoxyglucose positron emission tomography for the detection of myocardial viability. *Eur Heart J* 2001; 22: 1691–701.
14. Gerber BL, Raman SV, Nayak K et al. Myocardial first-pass perfusion cardiovascular magnetic resonance: history, theory, and current state of the art. *J Cardiovasc Magn Reson* 2008; 10: 18.
15. Garcia-Garcia HM, Costa MA, Serruys PW. Imaging of coronary atherosclerosis: intravascular ultrasound. *Eur Heart J* 2010; 31: 2456–69.
16. Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K et al. American College of Cardiology; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Committee on the Management of Patients with Chronic Stable Angina. ACC/AHS 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina – summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients with Chronic Stable Angina). *Circulation* 2003; 107: 149–58.
17. Hachamovitch R, Hayes S, Friedman JD et al. Determinants of risk and its temporal variation in patients with normal stress myocardial perfusion scans: What is the warranty period of a normal scan? *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1329–40.
18. Hamon M, Fau G, Nee G et al. Meta-analysis of the diagnostic performance of stress perfusion cardiovascular magnetic resonance for detection of coronary artery disease. *J Cardiovasc Magn Reson* 2010; 12: 29.
19. Ioannidis JPA, Trikalinos TA, Dianas PG. Electrocardiogram-gated single-photon emission computed tomography versus cardiac magnetic resonance imaging for the assessment of left ventricular volumes and ejection fraction: A meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 2059–68.
20. Lindner JR. Perfusion imaging with vasodilator stress echocardiography a physiologically sound approach to coronary disease? *Circulation: Cardiovascular Imaging* 2011; 4 (6): 601–3.
21. Machac J. PET myocardial perfusion imaging. *Seminars in Nuclear Medicine (Impact Factor: 3.82)*. 2005; 35 (1): 17–36.
22. Cadet JV. CT perfusion has better overall benefits compared with SPECT. *J Am Coll Cardiol* 2009.
23. Kim RJ, Wu E, Rafael A et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 2000; 343: 1445–53.
24. McCully RB, Roger VL, Maboney DW et al. Outcome after normal exercise echocardiography and predictors of subsequent cardiac events: follow-up of 1325 patients. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 144–9.
25. Naghavi M, Libby P, Falk E et al. From vulnerable plaque to vulnerable patient: a call for new definitions and risk assessment strategies: Part I. *Circulation* 2003; 108: 1664–72.

26. Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF et al. Diagnostic performance of positron emission tomography in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. *Acad Radiol* 2008.
27. Natale L, Meduri A, Caltavuturo C et al. MRI assessment of ventricular function. *Rays* 2001; 26: 35–44.
28. Shaw LJ, Berman DS, Maron DJ et al. Optimal medical therapy with or without percutaneous coronary intervention to reduce ischemic burden: results from the Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation (COURAGE) trial nuclear substudy. *Circulation* 2008; 117: 1283–91.
29. Pakkal M, Raj V, McCann GP. Non-invasive imaging in coronary artery disease including anatomical and functional evaluation of ischaemia and viability assessment. *Br J Radiol* 2011; 84 (3): S280–95.
30. Pijls NH, De Bruyne B, Peels K et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. *N Engl J Med* 1996; 334: 1703–8.
31. Pijls NHJ, van Schaardenburgh P, Manobaran G et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER study. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 2105–11.
32. Slomka PJ. Integrated CT angiography and myocardial perfusion makes progress. *Medscape* 2007.
33. Schwitler J, Wacker CM, van Rossum AC et al. MR-IMPACT: comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. *Eur Heart J* 2008; 29: 480–9.
34. Stamper D, Weissman NJ, Brezinski M. Plaque characterization with optical coherence tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47 (Suppl. 8): C69–79.
35. Tabara N, Kai H, Isibashi M et al. Simvastatin attenuates plaque inflammation: evaluation by fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1825–31.
36. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg* 2014; 46 (4): 517–92. doi: 10.1093/ejcts/ezu366
37. Tonino PAL, De Bruyne B, Pijls NHJ et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N Engl J Med* 2009; 360: 213–24.
38. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M et al. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004; 31: 261–91.
39. Wagner A, Mauboldt H, Holly TA et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet* 2003; 361: 374–9.

———— * ————