

Современные возможности сцинтиграфии миокарда в диагностике поражения миокарда левого желудочка сердца

Б.М. Тодуров, В.Ю. Кундин, О.Е. Нобис

Киевская городская клиническая больница «Киевский городской центр сердца»

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сердце, миокард, перфузия, жизнеспособность, методы исследования, сцинтиграфия миокарда, однофотонная эмиссионная компьютерная томография сердца, позитронно-эмиссионная томография сердца

Среди многочисленных методов обследования больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями уникальное место занимает радионуклидное исследование перфузии миокарда левого желудочка (ЛЖ) сердца – сцинтиграфия миокарда (СГМ). СГМ – высокоинформативный метод исследования, который позволяет выявить нарушения перфузии миокарда на ранней стадии заболевания, оценить тяжесть патологического процесса у больных, перенесших инфаркт миокарда (ИМ), и определить тактику ведения больного. Принцип СГМ заключается в том, что радиофармпрепарат (РФП), тропный к жизнеспособному с наличием перфузии миокарду, накапливается в нем пропорционально объему коронарного кровотока.

Чувствительность и специфичность СГМ в оценке наличия участков ишемии миокарда составляют 80–90 %, а постинфарктных рубцовых изменений – 100 % [1]. В отличие от коронарографии, которая обеспечивает информацию о распространенности и степени коронарного стеноза, СГМ отображает функциональное состояние перфузии миокарда в соответственной зоне коронарного поражения. Поэтому СГМ необходимо применять на самых ранних этапах определения состояния перфузии миокарда наряду с традиционными методами функциональной диагностики и доплерокардиографией.

Сцинтиграммы миокарда можно получить при радионуклидном планарном исследовании, а также при однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и трансмиссионной эмиссионной технологии, сочетании

ОФЭКТ и ПЭТ с компьютерной томографией – КТ (ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ).

При планарном исследовании получают три сцинтиграфических изображения сердца (передняя прямая проекция, левая передняя косая под углом 30–45° и левая косая проекция под углом 70°). Основным показанием к планарной сцинтиграфии является ИМ, наличие которого оценивают с помощью перфузионных РФП – талия хлорида ($^{201}\text{TlCl}$) и метоксиизобутилизонитрила, меченного технецием ($^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$), характеризующихся отсутствием фиксации в зоне ИМ, и остеотропного $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирофосфата (ИМ выглядит как участок повышенной фиксации РФП). Недостатками планарного исследования являются плоскостные сцинтиграммы миокарда, когда изображения одних участков накладываются на другие, что ограничивает точность оценки истинной ишемии (при использовании $^{201}\text{TlCl}$ и $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$), и наложение на изображение зоны ИМ сцинтилляционной информации от грудины и ребер (при использовании $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирофосфата) [12].

Важным направлением в устранении недостатков планарной сцинтиграфии стало внедрение новой технологии – ОФЭКТ. При ОФЭКТ детекторы гамма-камеры описывают над пациентом дугу в 180° или 360°. Чаще всего применяют дугу в 180°, что значительно экономит время исследования [9]. При этом детекторы находятся в *L-mode* позиции, то есть под углом 90° по отношению друг к другу. ОФЭКТ миокарда ЛЖ начинается из правой передней косой проекции (45°) и заканчивается задней левой косой проекцией (135°). Дуга в 180° разбивается на 60 плоскостных изображений сердца. При помо-

щи программы реконструкции изображений формируют срезы сердца. Это изображения по короткой оси сердца (от верхушки до основания), длинным вертикальной и горизонтальной осям (рис. 1) [9].

Недостатки ОФЭКТ:

1. Невозможность получить четкое изображение стенок ЛЖ из-за наложения изображений в систолу и диастолу. Это не позволяет оценивать толщину стенок и получать количественные параметры сердечной деятельности.

2. Плохая визуализация задней стенки ЛЖ (у мужчин) и передней стенки (у женщин) из-за ослабления излучения гамма-квантов технеция или таллия [4].

Для устранения первого недостатка и получения более качественного изображения сердца в различные периоды сердечного цикла была предложена комбинация метода ОФЭКТ с ЭКГ-синхронизацией (Gated SPECT). Gated SPECT дает возможность одновременно оценить перфузию и функцию ЛЖ во время одного исследования (перфузионное изображение в границах одного сердечного цикла, систолическое утолщение стенок ЛЖ, фракция выброса, рассчитать функциональные объемы ЛЖ сердца и подвидность стенок ЛЖ) [3].

С целью устранения недостатков указанных выше методов была предложена технология ОФЭКТ/КТ, при которой в одном аппарате совмещены два метода лучевой диагностики: радионуклидный и рентгеновская КТ. Такие системы были разработаны для потребностей ядерной кардиологии и онкологии. Принцип получения гибридных изображений состоит в регистрации серии скантинграмм при программно-управляемом вращении детекторов томографа по дуге в 180° . После этого проводят КТ соответствующей области. Проекции радионуклидных изображений обрабатывают на компьютере и по специальным алгоритмам осуществляют реконструкцию аксиальных, фронтальных и сагиттальных срезов. После реконструкции радионуклидных изображений выполняют их совмещение с КТ-изображениями (рис. 2). При ОФЭКТ-реконструкции в кардиологии КТ-трансмиссионную информацию используют для коррекции эмиссионной информации (с целью поправок на ослабление сигналов). В технологии ОФЭКТ/КТ применяют специальную программу совмещения эмиссионной и трансмиссионной информации для такой коррекции [10].

Новым направлением в скинтиграфии миокарда стало внедрение ПЭТ- и ПЭТ/КТ-технологий. При ПЭТ используют ультракороткоживущие позитронизлучающие РФП (^{18}F -флюорододезоксиглюкоза). Методически ПЭТ выполняют аналогично ОФЭКТ-исследованию. При оценке сердечного метаболизма ПЭТ имеет ряд преимуществ перед ОФЭКТ, к которым относят большую разрешающую способность метода, возможность коррекции ослабления фотонного излучения мягкими тканями и количественную оценку метаболизма РФП [11]. Высокая энергия фотонов (511 кэВ) позволяет получать высококачественные изображения даже у тучных пациентов. ПЭТ обладает также самой большой прогностической ценностью у пациентов с выраженной сердечной недостаточностью и низкой фракцией выброса. Недостатками ПЭТ являются ее высокая стоимость, ультракороткоживущие РФП, которые можно использовать только на месте их получения, и невозможность транспортировать излучатели на более далекие расстояния [8].

В киевской городской клинической больнице «Киевский городской центр сердца» для оценки перфузии миокарда применяют новейшую технологию ОФЭКТ/КТ. В отделении радионуклидной диагностики установлена гамма-камера Infinia Hawkeye. Это двухдетекторная гамма-камера с произвольной геометрией и интегрированной компьютерной томографией Hawkeye, которая оснащена специальным кардиологическим пакетом для гамма-камер, ПЭТ и МРТ.

РФП для скинтиграфии миокарда

Все РФП для СГМ можно подразделить на перфузионные, метаболические и аналоги норадреналина. К перфузионным РФП относят $^{201}\text{TlCl}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосфин, ^{13}N -аммоний и ^{11}C -ацетат. К метаболическим РФП относят ^{18}F -ФДГ (фтордезоксиглюкоза) и ^{123}I -БМПДК (бета-метилпентадекановая кислота). К аналогам норадреналина относят ^{123}I -МИБГ (метайодобензилгуанидин), ^{18}F -метираминол и ^{11}C -гидроксиэфедрин [1].

Отделения радионуклидной диагностики не используют весь спектр этих РФП, так как это дорого и не всегда эффективно. Основными РФП для СГМ во многих отделениях являются $^{201}\text{TlCl}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ или $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосфин. Специализированные отделения, которые расположены в кардиологических центрах или научно-

исследовательских учреждениях, применяют большее количество РФП, что напрямую связано с научным и практическим направлением их деятельности.

Фармакокинетика РФП для сцинтиграфии миокарда

1. $^{201}\text{TlCl}$. Является метаболическим аналогом K^+ . Механизм накопления этого РФП определяется высоким сродством к $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATФазе}$, активность которой в кардиомиоцитах повышена. Благодаря этому таллий активно накапливается в жизнеспособных тканях миокарда в первые минуты после введения.

2. Механизм накопления $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосфина в миокарде связан с внутриклеточным электрофильным захватом этих РФП митохондриями. Через клеточную мембрану они проникают по законам простой диффузии, а потом активно накапливаются на мембранах митохондрий.

Активность РФП на исследовании

Все РФП для МСГ вводят внутривенно. Индикаторная доза $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосфина составляет 740–1110 МБк (оптимальные сцинтиграфические изображения миокарда ЛЖ получают через 30–90 мин после введения препаратов) [10, 11].

Лучевые нагрузки при сцинтиграфии миокарда

При использовании $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ эквивалентная доза облучения составляет 0,0074 мЗв/МБк (стресс) и 0,0085 мЗв/МБк (покой). Средняя доза облучения в состоянии покоя составляет 5 мЗв, при одно- и двухдневных протоколах – от 8,2 до 10 мЗв. При использовании $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосфина эквивалентная доза облучения более оптимальна и составляет 0,006 мЗв/МБк (стресс) и 0,0068 мЗв/МБк (покой). Средняя доза облучения в состоянии покоя составляет 5 и 6,5–8 мЗв при одно- и двухдневных протоколах соответственно. При применении технологий с КТ-реконструкцией к указанным выше эффективным дозам добавляют дозы облучения в зависимости от количества срезов для каждого пациента. Количество срезов зависит от размеров сердца и в среднем составляет 9–14 срезов. Лучевая нагрузка на внутренние органы (толстый кишечник, желчный пузырь, мочевого пузырь) не превышает допустимых пределов и может быть снижена интенсификацией желче- и мочевого выведения, а также эвакуацией содержимого кишечника [6, 7].

Показания к сцинтиграфии миокарда

1. Диагностика наличия, локализации, распространенности и тяжести ишемического поражения миокарда или рубцовых изменений:

а) диагностика острой, хронической или подозреваемой ишемической болезни сердца (ИБС);

б) дифференциальная диагностика коронарной/некоронарной этиологии острого болевого синдрома в грудной клетке;

в) мониторинг больных с ИБС.

2. Диагностика наличия, локализации и распространенности рубцовых постинфарктных изменений.

3. Оценка жизнеспособности миокарда.

4. Оценка эффективности медикаментозного лечения.

5. Оценка эффективности реваскуляризации миокарда.

Противопоказания к сцинтиграфии миокарда

1. Беременность.

2. Период кормления грудью.

3. Масса тела пациента свыше 120–130 кг.

Подготовка больного и условия проведения сцинтиграфии миокарда

СГМ выполняют натощак. $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ активно секретируется печенью, накапливается в желчном пузыре и выводится через пищеварительный тракт. В меньшей степени препарат экскретируется почками. Высокая активность РФП в печени и кишечнике оказывает отрицательное влияние на изображение нижней стенки ЛЖ. Поэтому при проведении исследования стремятся доступными средствами освободить печень от РФП, для чего томографию начинают не ранее чем через 45–60 мин после введения препарата в вену, стремясь к максимальному его клиренсу печенью. С другой стороны, необходимо избежать попадания РФП из желчного пузыря в двенадцатиперстную кишку. Последнее ограничение диктует необходимость исследования натощак.

Если планируется нагрузка дипиридамом, не менее чем за сутки отменяют препараты кофеина и препараты, содержащие ксантины (курантил, ксантинола никотинат, пентоксифиллин), а также пищевые продукты, содержащие кофеин (чай, кофе, бананы, напитки Cola). Фармакологическая нагрузка с дипиридамом противопоказана больным с непереносимостью препарата, бронхиальной астмой и нестабиль-

ной стенокардией. По возможности прием антиангинальных, гипотензивных и противоаритмических средств необходимо прекратить накануне вечером. Проведение исследования на фоне их приема может привести к недооценке тяжести и распространенности перфузионных и сократительных нарушений.

При ОФЭКТ целесообразно использовать следующие аппаратные установки: орбита – циркулярная, угол вращения – 180°, стартовый угол – 45° (правая передняя косая проекция), конечный угол – 135° (левая задняя косая), положение пациента – на спине, ноги внутрь, руки закинута за голову, количество проекций – 60, время на проекцию – 20 с, направление вращения детекторов – против часовой стрелки, коллиматор высокого разрешения, матрица 64×64 [10].

Протоколы сцинтиграфии миокарда

Основным протоколом СГМ является исследование в состоянии покоя. Однако опыт многих исследователей показал, что поражение (стеноз) венечных артерий во многих случаях даже на 60–75 % не приводит к значительным нарушениям перфузии миокарда ЛЖ. Поэтому у большинства больных с ИБС для выявления значимой ишемии используют физическую или медикаментозную нагрузку. При применении $^{201}\text{TlCl}$ это протоколы покой-перераспределение и нагрузка-перераспределение. При задействовании $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ или $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -тетрафосмина выполняют протоколы покой-нагрузка (*rest-stress*) или нагрузка-покой (*stress-rest*). Немаловажное значение имеет протокол отсроченного исследования или повторной СГМ. При использовании гибридных систем ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ применяют все выше перечисленные протоколы, а также однодневный (*rest-stress*) или двухдневный (*stress-rest*) протокол, совмещенный с КТ.

Однодневный (*rest-stress*) протокол с технециевыми агентами выполняют следующим образом: РФП вводят в состоянии покоя активностью 370 МБк и через 30 мин выполняют ОФЭКТ. Через 1 ч после ОФЭКТ проводят стресс (велозергометр, фармакологические нагрузки) и на пике нагрузки повторно вводят РФП активностью 740 МБк, после чего через 15 мин выполняют ОФЭКТ. Общее время исследования на одного больного составляет 205 мин.

Двухдневный (*stress-rest*) протокол с технециевыми агентами выполняют следующим

образом: больному применяют физическую или медикаментозную нагрузку и на пике нагрузки вводят РФП активностью 740 МБк. ОФЭКТ осуществляют через 15 мин. На второй день ОФЭКТ проводят в состоянии покоя, через 30 мин после введения 740 МБк РФП. Общее время исследования составляет 160 мин [13].

Последовательность *stress-* и *rest-*исследований может варьироваться в зависимости от личных предпочтений врача. Более предпочтительной является последовательность *stress-rest*, которая позволяет в случае отсутствия патологических изменений при первом нагрузочном исследовании избежать проведения второго – в покое – и уменьшить лучевую нагрузку на пациента.

Особенности оценки сцинтиграфических изображений сердца

Результаты СГМ оценивают при помощи следующего алгоритма:

1. Визуальная оценка ОФЭКТ изображений миокарда ЛЖ по трем осям сердца. Начинают оценку с короткой оси от верхушки сердца к основанию. При этом короткая ось разделяется на реконструктивные изображения по трем группам: апикальные срезы, медиальные и базальные. После оценки всех срезов по короткой оси, верхушку и базальные сегменты оценивают на продольных срезах длинной вертикальной (от перегородки к боковой стенке) и длинной горизонтальной (от нижней стенки к передней) оси (рис. 3).

Зоны гипоперфузии миокарда выглядят как дефекты накопления РФП. Дефекты могут быть преходящими и постоянными. Что же такое дефект? Это локализованная зона миокарда со сниженным поглощением РФП. Дефекты отличаются по своей активности (от умеренно сниженного до полного отсутствия накопления).

Постоянный дефект не изменяется в зависимости от состояния организма (покой, стресс). Такой дефект указывает на наличие инфаркта миокарда или постинфарктной рубцовой ткани.

Преходящий дефект – зона гипоперфузии миокарда, которая присутствует на первичных изображениях при стрессе и отсутствует в состоянии покоя или на отсроченных изображениях (рис. 4).

При Gated SPECT выполняют визуальную оценку сокращений ЛЖ сердца в систолу и диа-

Таблица

Полуколичественная система оценки нарушений перфузии миокарда ЛЖ сердца

Определение	Баллы	Процент включения
Нормальная перфузия	0	80–95 %
Незначительное снижение количества импульсов – неопределенное нарушение	1	65–79 %
Умеренное снижение количества импульсов – определенное умеренное нарушение	2	50–65 %
Значительное снижение количества импульсов – определенное тяжелое нарушение	3	35–50 %
Отсутствие накопления	4	Менее 30 %

стола, что позволяет характеризовать участки нормокинезии, гипокинезии и акинезии.

2. Количественный компьютерный анализ проводят для оценки разницы накопления РФП в разных участках миокарда. Количественный анализ поглощения РФП в миокарде показывает, что оно не гомогенное. В норме допускается отклонение в фиксации РФП в различных зонах до 20 %.

Количественный подход к оценке наличия и тяжести дефектов перфузии миокарда включает разделение миокарда на 17 или 20 сегментов и процент включения РФП в каждый сегмент (рис. 5).

Тяжесть дефектов перфузии миокарда обычно обозначают в процентах от нормальной активности. Используют 5- и 4-балльные шкалы. 5-балльная шкала оценки нарушений перфузии миокарда представлена в таблице [5].

По 4-балльной шкале оценку осуществляют следующим образом: 0 баллов – нормальная перфузия (уровень накопления РФП выше 75 % от максимального накопления); 1 балл – умеренное снижение перфузии (51–74 %); 2 балла – значительное снижение перфузии (30–50 %); 3 балла – выраженное снижение перфузии (менее 30 %).

Балльная система обеспечивает воспроизводимую полуколичественную оценку тяжести и протяженности дефекта.

Очень важным моментом в интерпретации результатов МСГ является локализация дефекта перфузии по отношению к соответственным стенкам ЛЖ: нижней, боковой, передней и перегородке. Количественно дефекты перфузии

описывают как небольшие (5–10 % миокарда ЛЖ), средние (15–20 % миокарда ЛЖ) и большие (более 20 % миокарда ЛЖ).

Другим важным моментом в интерпретации результатов МСГ является локализация дефекта перфузии по отношению к зонам кровоснабжения соответствующей венечной артерии (рис. 6).

Количество жизнеспособного миокарда оценивают по его сегментам. Оценка по сегментам состоит в статистической регистрации двух зон: всего миокарда ЛЖ (100 %) и зоны с хорошей фиксацией РФП. Жизнеспособными считают сегменты миокарда ЛЖ с уровнем фиксации РФП 45–50 % и выше.

Пациенты, которым показана оценка жизнеспособности миокарда

1. Пациенты с ишемической кардиомиопатией (фракция выброса ЛЖ < 35 % с многососудистым поражением венечного русла): без стенокардии, с выраженной стенокардией, с сердечной недостаточностью и сопутствующими тяжелыми нарушениями ритма сердца.

2. Пациенты после острого ИМ с обширной областью дисфункции и тяжелым поражением питающей венечной артерии.

Программы обработки результатов МСГ, в частности Myovation, позволяют рассчитать количество жизнеспособного миокарда при помощи полярных карт (рис. 7). Полярная карта представляет собой плоскостное представление счета импульсов в каждом отделе миокарда, где верхушка располагается в центре карты, а базальные отделы – по периферии, далее проводят визуальную, полуколичественную, количественную оценку перфузии и дефектов по степени нарушения и выраженности [5].

Последовательный подход оценки тяжести и протяженности дефекта является клинически важным, так как оба этих показателя имеют прогностическую ценность. В каждом сегменте баллы распределяются относительно количеству полученных импульсов. В дополнение к индивидуальной балльной оценке рекомендуют подсчет суммарной балльной оценки. Суммарный счет стресс (*summed stress score – SSS*) равен сумме баллов во всех сегментах, полученной при выполнении стрессовой нагрузки, а суммарный покой-счет (*summed rest score – SRS*) равен сумме баллов во всех сегментах в покое или при перераспределении РФП. Суммарная разница счета (*summed difference score – SDS*) соответ-

ствует разнице между суммарной оценкой при стрессе и в покое (перераспределение) и является показателем обратимости дефекта. К тому же, суммарная балльная оценка имеет значительную прогностическую ценность.

Алгоритм использования ОФЭКТ миокарда для стратификации риска коронарных событий основан на определении суммарного стресс-счета (SSS) [5]. При SSS менее 4 (норма) – низкая вероятность развития ИБС и ИМ; при SSS от 4 до 8 (умеренное повышение) – высокая вероятность развития ИБС, умеренный риск развития ИМ и низкий риск возникновения сердечной смерти; при SSS более 8 (выраженное повышение) – высокая вероятность развития ИБС, умеренный риск развития ИМ и сердечной смерти (рис. 8).

Толщину стенки миокарда ЛЖ определяют как расстояние между внутренней и наружной границами миокарда. Систолическое утолщение определяют как разницу толщины стенки ЛЖ в систолу и диастолу. Результаты количественного определения систолического утолщения выражают в процентах. Выраженность региональных нарушений систолического утолщения миокарда ЛЖ оценивают полуколичественным методом по 4-балльной шкале: 0 баллов – нормальное систолическое утолщение (не менее 70 %); 1 балл – умеренное снижение систолического утолщения (70–40 %); 2 балла – значительное снижение систолического утолщения (40–10 %); 3 балла – выраженное снижение систолического утолщения (менее 10 %).

Важным направлением в применении МСГ является оценка эффективности медикаментозного или хирургического лечения и долговременного наблюдения за этими пациентами (рис. 9).

Нагрузочные пробы при сцинтиграфии миокарда

В зависимости от возможностей пациента проводят пробу с физической (велозергометр, тредмил) или фармакологической нагрузкой. Нагрузочная СГМ, как правило, диагностирует переходящую ишемию миокарда на самых ранних стадиях. Нагрузочные пробы позволяют дифференцировать ишемическое и рубцовое повреждение миокарда и оценивать резервное состояние дистальных отделов венечного русла. Если область пониженного накопления РФП в покое проявляется снова или увеличивается, это расценивают как ишемию, если эта область

не изменяется при нагрузке и в покое – как рубцовое повреждение миокарда.

Варианты проб с физической нагрузкой

1. Субмаксимальная (достижение субмаксимальной частоты сокращений сердца – ЧСС).
2. До появления симптомов ухудшения коронарного кровоснабжения.
3. Максимальная.

Самым большим недостатком велоэргометрической пробы является невозможность больным достичь максимального или необходимого уровня физической нагрузки (общее тяжелое состояние, заболевания опорно-двигательного аппарата). Таким пациентам необходимо предложить альтернативную фармакологическую пробу. При этом применяют вазодилататоры (аденозин, дипиридамо́л) или ино/хронотропные агенты (добутамин). Аденозин и дипиридамо́л вызывают умеренное увеличение ЧСС при небольшом снижении артериального давления (АД). При гемодинамически значимом коронарном атеросклерозе введение этих препаратов приводит к развитию синдрома коронарного «обкрадывания» и гетерогенному захвату РФП. Добутамин, являясь инотропным стимулятором, обладает выраженной симпатической активностью, приводящей к увеличению ЧСС, повышению АД, усилению работы сердца и, как следствие, повышению потребности миокарда в кислороде.

Отбор пациентов для проведения проб с нагрузкой

1. Пациенты, не имеющие симптомов, с высоким риском развития ИБС по Фремингемской шкале.
2. Пациенты с атипичным болевым синдромом в грудной клетке.
3. Пациенты, перенесшие ИМ: для стратификации риска.
4. Больные с ИБС: для определения тактики лечения (медикаментозное или оперативное лечение) в зависимости от тяжести поражения.

Критерии прекращения стресс-теста

1. Использование максимально возможной дозы препарата.
2. Достижение субмаксимальной ЧСС.
3. Развитие приступа стенокардии либо его эквивалентов.
4. Ишемические знаки на ЭКГ.
5. Повышение систолического АД более 220 мм рт. ст. или снижение его более чем на 30 мм рт. ст. от исходного.

6. Развитие нарушений ритма (частой желудочковой экстрасистолии, желудочковой или наджелудочковой пароксизмальной тахикардий) и проводимости (синоатриальной блокады, атриовентрикулярной блокады II или III степени, блокады ножек пучка Гиса).

Ограничения стресс-сцинтиграфии

1. Высокая стоимость.
2. Длительность процедуры.
3. Трудности и ошибки в интерпретации данных, особенно при наличии изменений в задне-базальном и нижних отделах межжелудочковой перегородки.

4. Сниженная чувствительность метода при наличии множественных поражений венечных артерий.

5. Низкое качество исследования у больных с ожирением, с большими молочными железами, при высоком стоянии диафрагмы.

Выводы

Таким образом, сцинтиграфия миокарда является высокоинформативным методом оценки наличия участков ишемии, рубцовых изменений и количества жизнеспособного миокарда левого желудочка сердца у больных кардиологического и кардиохирургического профилей. Сцинтиграфия миокарда необременительна для больного и должна применяться у пациентов в процессе медикаментозного и хирургического лечения для оценки их эффективности.

Литература

1. Кардиология: национальное руководство / Под ред. Ю.Н. Беленкова, Р.Г. Оганова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 1232 с.
2. Кундин В.Ю. Миокардиосцинтиграфия в кардиологической практике // Мистецтво лікування. – 2009. – № 1 (57). – С. 76-80.
3. Bateman T.M., Berman D.S., Heller G.V. et al. American Society of Nuclear Cardiology position statement on electrocardiographic gating of myocardial perfusion SPECT scintigrams // J. Nucl. Cardiology – 1999. – Vol. 6. – P. 470-471.
4. Fricke H., Fricke E., Weise R. et al. A method to remove artifacts in attenuation-corrected myocardial perfusion SPECT introduced by misalignment between emission scan and CT-derived attenuation maps // J. Nucl. Med. – 2004. – Vol. 45. – P. 1619-1625.
5. Hansen C. Digital image processing for clinicians, part III: SPECT reconstruction // J. Nucl. Cardiology. – 2002. – Vol. 9. – P. 542-549.
6. International Commission on Radiological Protection. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP Publication 53. Ann ICRP. – 1988. – Vol. 18. – P. 62.
7. International Commission on Radiological Protection. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP Publication 80 // Ann. ICRP. – 2000. – Vol. 28. – P. 113.
8. Le Meunier L., Maass-Moreno R., Carrasquillo J. et al. PET/CT imaging: effect of respiratory motion on apparent myocardial uptake // J. Nucl. Cardiology. – 2006. – Vol. 13. – P. 821-830.
9. Liu Y-H., Lam P.T., Sinusas A.J., Wackers F.J. Differential effect of 180° and 360° acquisition orbits on the accuracy of SPECT imaging: quantitative evaluation in phantoms // J. Nucl. Med. – 2002. – Vol. 43. – P. 1115-1124.
10. Nichols K.J., Galt J.R. Quality control for SPECT imaging // Cardiac SPECT imaging / Eds. E.G. DePuey, D.S. Berman, E.V. Garcia. 2nd ed. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. – P. 17-40.
11. Radionuclide imaging devices – characteristics and test conditions. Part 1: positron emission tomographs. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 1998.
12. Smith W.H., Watson D.D. Technical aspects of myocardial planar imaging with technetium-99m sestamibi // Amer. J. Cardiology. – 1990. – Vol. 66. – P. 16-22.
13. Updated imaging guidelines for nuclear cardiology procedures, Part 1 // J. Nucl. Cardiology. – 2001. – № 1. – P. 5-58.

Поступила 10.12.2009 г.

Contemporary possibilities of myocardial scyntigraphy in the diagnosis of left ventricular myocardium pathology

B.M. Todurov, V.Yu. Kundin, O.E. Nobis

Myocardial scyntigraphy (MSG) makes possible to reveal disturbancies of myocardial perfusion at early stage of the disease, to evaluate severity of the pathological process in patients with ischemic heart disease and to establish treatment tactics. Sensitivity and specificity of MSG in the evaluation of myocardial ischemia is 80–90 %, postinfarction changes – 100 %. Contrary to the coronary angiography providing information about prevalence and severity of the coronary stenoses, MSG reflects myocardial dysfunction at the stenosis location. Therefore, MSG should be used at the early stages of the myocardial perfusion evaluation, together with traditional methods of functional diagnostics and Doppler echocardiography.

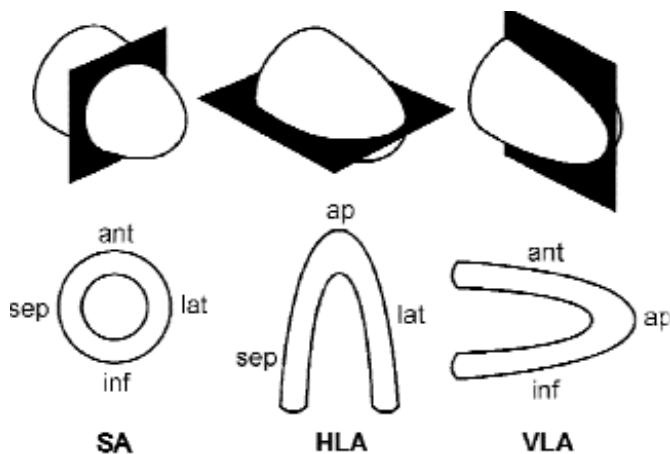


Рис. 1. Принцип получения сцинтиграфических изображений миокарда ЛЖ сердца по короткой оси, длинным горизонтальной и вертикальной осям.

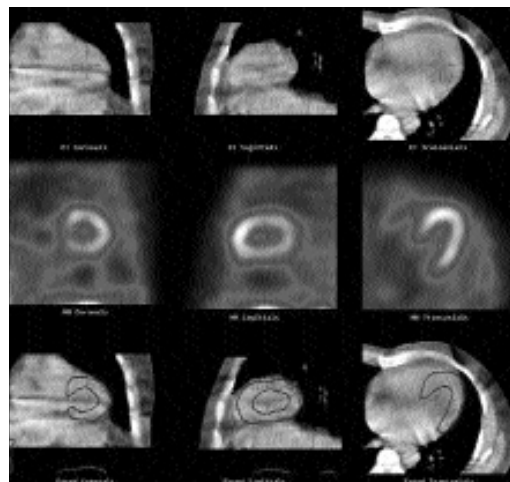


Рис. 2. МСГ проведена по технологии ОФЭКТ/КТ: верхний ряд – КТ-изображения; средний ряд – ОФЭКТ-изображения; нижний ряд – совмещение изображений КТ и ОФЭКТ для коррекции ослабления излучения окружающими тканями.

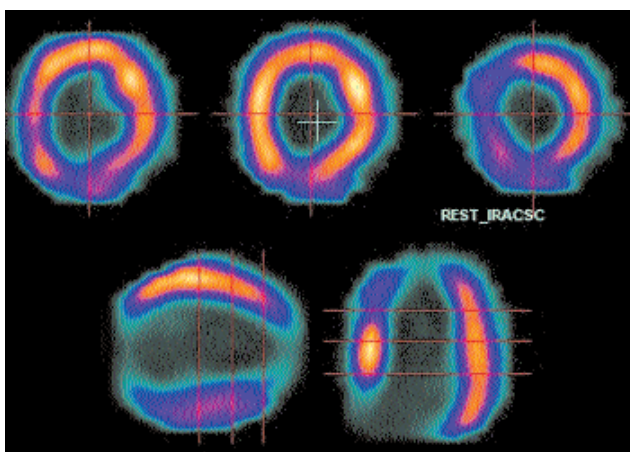


Рис. 3. Оценка накопления РФП в миокарде по трем осям: короткой (верхний ряд), длинной вертикальной и длинной горизонтальной (нижний ряд).

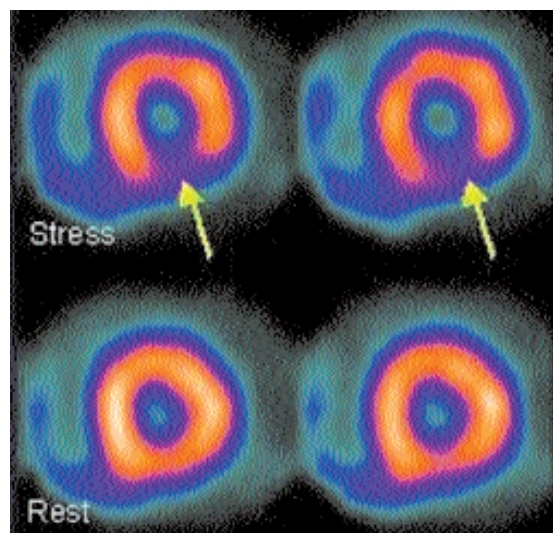


Рис. 4. Преходящий дефект накопления РФП в нижней стенке ЛЖ при стрессе и отсутствие его в состоянии покоя.

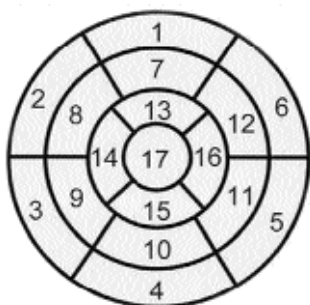


Рис. 5. 17-сегментная модель (система координат «бычий глаз»). Сегменты: 1 – переднебазальный, 2 – базальный переднеперегородочный, 3 – базальный нижнеперегородочный, 4 – нижнебазальный, 5 – базальный нижнелатеральный, 6 – базальный переднелатеральный, 7 – передне-медиаальный, 8 – медиаальный переднеперегородочный, 9 – медиаальный нижнеперегородочный, 10 – нижнемедиаальный, 11 – медиаальный нижнелатеральный, 12 – медиаальный переднелатеральный, 13 – переднеапоикальный, 14 – апоикальный перегородочный, 15 – нижнеапоикальный, 16 – апоикальный латеральный, 17 – верхушка.

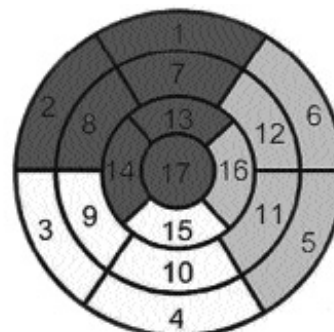


Рис. 6. Зоны кровоснабжения миокарда ЛЖ сердца. Левая передняя нисходящая артерия кровоснабжает 1, 2, 7, 8, 13, 14 и 17-й сегменты. Правая венечная артерия кровоснабжает 3, 4, 9, 10 и 15-й сегменты. Левая огибающая артерия кровоснабжает 5, 6, 11, 12 и 16-й сегменты.

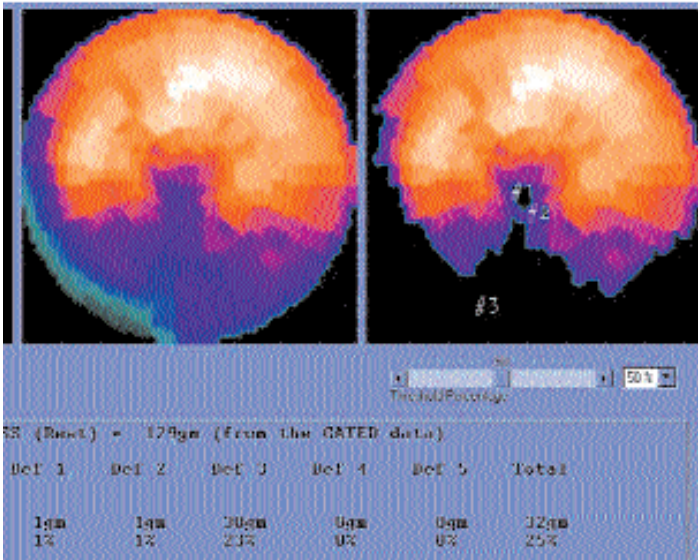


Рис. 7. Определение количества жизнеспособного миокарда с использованием полярных карт.

Рис. 8. Суммарный стресс-счет (SSS=5) у пациента с высокой вероятностью развития ИБС и умеренным риском развития ИМ в задне-боковой области ЛЖ сердца.

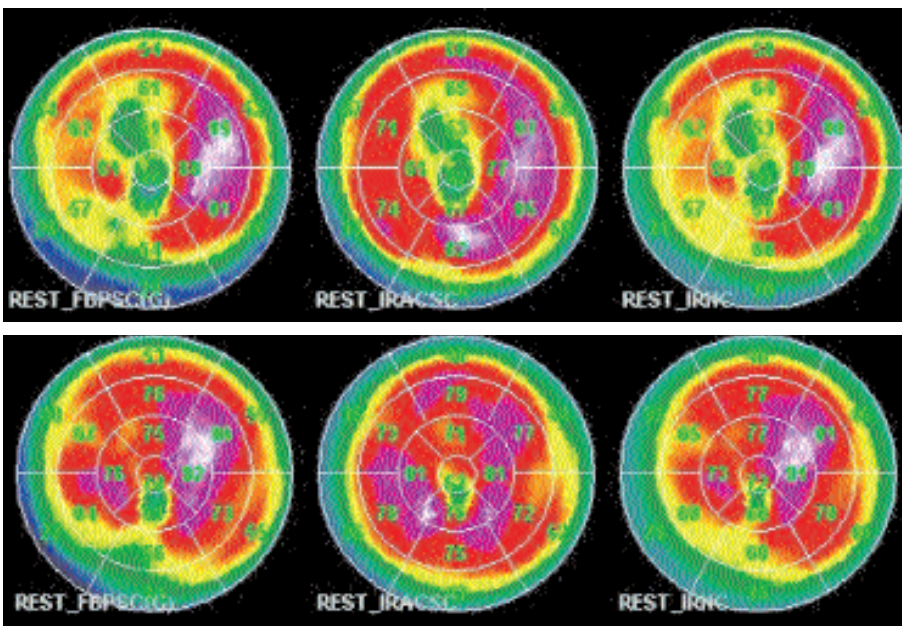
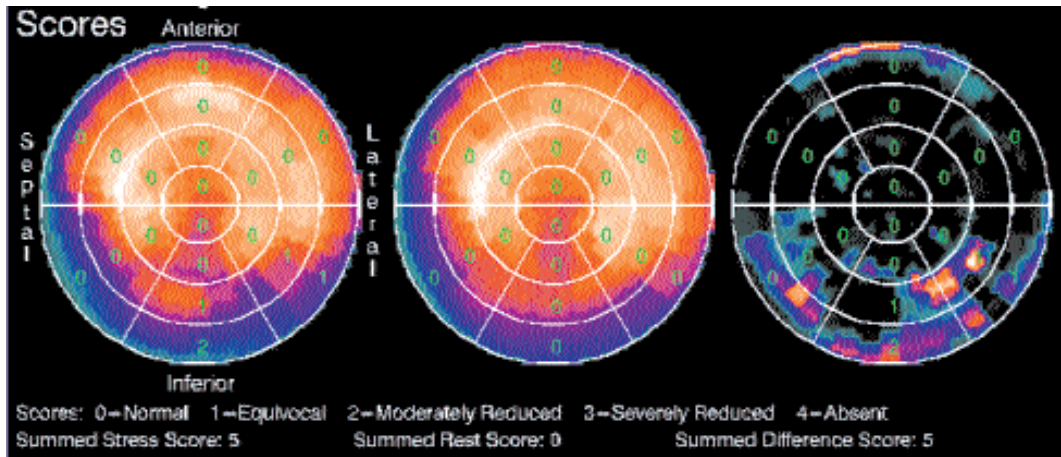


Рис. 9. Сцинтиграмма больного К., 64 года, очаговый кардиосклероз верхушки сердца и нижнеперегородочного отдела до аортокоронарного шунтирования (верхний ряд) и после АКШ (нижний ряд) (уменьшение зоны кардиосклероза в верхушке сердца и улучшение перфузии нижнеперегородочного отдела).