

Количественная оценка гемодинамической значимости пограничных стенозов коронарных артерий методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с коррекцией поглощения излучения в сравнении с фракционным резервом кровотока

В.В. Соломяный, врач-радиолог;

И.В. Сергиенко, д. м. н., ст. науч. сотр. отдела проблем атеросклероза;

А.Н. Самко, д. м. н., профессор, руководитель отдела рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс»

Министерства здравоохранения РФ,

ул. 3-я Черепковская, 15а, Москва, 121552, Российская Федерация

Quantitative assessment of the hemodynamic relevance of borderline coronary stenoses by myocardial single-photon emission computed tomography with radiation absorption correction versus fractional flow reserve

V.V. Solomyanyy, Radiologist;

I.V. Sergienko, MD, PhD, DSc, Senior Research Associate of Department of Atherosclerosis Problems;

A.N. Samko, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Endovascular Diagnosis and Treatment

Russian Cardiology Research-and-Production Complex,

Ministry of Health of the RF,

ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15a, Moscow, 121552, Russian Federation

Цель исследования – изучить возможность использования метода однофотонной эмиссионной компьютерной томографии/компьютерной томографии (ОЭКТ/КТ) с коррекцией поглощения излучения (КПИ) миокарда для оценки гемодинамической значимости пограничных стенозов коронарных артерий в сопоставлении с фракционным резервом кровотока (ФРК) у больных ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материал и методы. В исследование включены 70 пациентов (50 мужчин, 20 женщин), средний возраст которых составил 57 ± 5 лет, с верифицированным на основании клинических и инструментальных данных диагнозом ИБС. По данным коронароангиографии у них были выявлены стенозы коронарных артерий от 50 до 70%, с оценкой ФРК, далее всем пациентам была выполнена ОЭКТ/КТ с использованием двухдневного протокола покой/нагрузка (велозергометр), общая активность введенного радиофармпрепарата составляла от 370 до 900 МБк ^{99m}Tc -МИБИ в зависимости от массы тела.

Результаты. По стандартной 17-сегментной схеме был рассчитан показатель SDS. Пограничный стеноз КА считался гемодинамически значимым при значении $\text{SDS} \geq 4$ в одном из 17 сегментов, соответствующем одной из основных коронарных артерий, который мы сравнили с ФРК. Показано, что при $\text{SDS} \geq 4$ чувствительность и специфичность ОЭКТ/КТ составляли 96,7 и 90,6% соответственно.

Заключение. Количественный анализ пограничных стенозов с помощью ОЭКТ/КТ с КПИ увеличивает специфичность и чувствительность в оценке функциональной значимости пограничных стенозов коронарных артерий.

Objective: to study whether myocardial single-photon emission computed tomography (SPECT)/CT with radiation absorption correction (RAC) versus fractional flow reserve (FFR) may be used to assess the hemodynamic relevance of borderline coronary stenosis in patients with coronary heart disease (CHD).

Material and methods. The investigation enrolled 70 patients (50 men and 20 women; mean age 57 ± 5 years) diagnosed as having CHD verified by clinical instrumental studies, in whom coronary angiography (CA) estimating FFR revealed 50 to 70% coronary stenosis; then all the patients underwent SPECT/CT using a two-day rest/ exercise (bicycle ergometer) protocol; the total injected radiotracer activity was 370–900 MBq ^{99m}Tc -MIBI depending on body weight.

Results. A standard 17-segment scheme was employed to calculate the SDS index, borderline stenosis detected by CA was considered hemodynamically significant at $\text{SDS} \geq 4$ in one of the 17 segments, which corresponded to one of the major coronary artery, which was compared by the authors with FFR. At $\text{SDS} \geq 4$, the sensitivity and specificity of SPECT/CT were shown to be 96.7 and 90.6%, respectively.

Conclusion. Quantitative analysis of borderline stenosis by SPECT/CT with RAC increases its specificity and sensitivity in estimating the functional significance of borderline coronary stenosis.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, пограничный стеноз коронарных артерий, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, коррекция поглощения излучения, фракционный резерв кровотока, количественные параметры оценки перфузии миокарда
Index terms: coronary heart disease, borderline coronary stenosis, single-photon emission computed tomography, radiation absorption correction, fractional flow reserve, quantitative myocardial perfusion parameters

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является одним из наиболее распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) во всех экономически развитых странах [1]. В Российской Федерации отмечается один из самых высоких в Европе показателей распространенности и смертности населения от ИБС [2]. Следует учитывать также большую социально-экономическую значимость данного заболевания, обусловленную относительно ранней потерей трудоспособности и инвалидизацией больных.

Высокая распространенность и смертность при заболеваниях ССС, особенно при наличии различных форм ИБС, требует более детального изучения структурно-функционального состояния миокарда для определения своевременной и обоснованной тактики лечения. Клиническое течение заболевания, выживаемость, развитие осложнений у больных ИБС зависят от многих факторов, главным образом от степени поражения коронарных артерий (КА) и степени преходящей ишемии миокарда левого желудочка (ЛЖ) [3].

Морфологической основой ИБС более чем в 95–97% случаев является атеросклероз КА [2]. Локализация атеросклеротических бляшек (АСБ) весьма разнообразна – от поражения устьев КА до изменений в дистальных отделах, и именно качественная и количественная локализация бляшек обуславливает клиническую картину ИБС. Атеросклеротические изменения коронарного русла приводят к возникновению преходящей или постоянной ишемии и другим последствиям нарушения коронарного кровотока в бассейне пораженной КА.

В настоящее время «золотым стандартом» для визуализации КА у пациентов с ИБС является коронароангиография (КАГ). КАГ продолжает играть ведущую роль среди инвазивных методов исследования венечных артерий,

тем не менее даже это исследование не может дать необходимую полноценную картину поражения КА. Одним из известных ограничений метода является возможность оценки гемодинамической значимости так называемых «пограничных» стенозов, то есть стенозов 50–70%.

К инвазивным методам исследования относится и определение фракционного резерва кровотока (ФРК), – это объективное, достоверное дополнение КАГ, наиболее точный метод, позволяющий оценить гемодинамическое состояние пограничных стенозов. Значимость этого показателя продемонстрирована в ряде крупных клинических исследований – FAME, FAME-2, DEFER [4–6].

За последнее десятилетие в зарубежной и отечественной литературе опубликовано много работ, посвященных использованию ФРК на КА [7]. Появление ФРК также значительно повлияло на тактику интракоронарного вмешательства и повысило его информативность. Однако данная инвазивная методика не всегда доступна в обычной клинической практике и, кроме того, её стоимость ещё достаточно высока. Всё это заведомо ограничивает использование ФРК в повседневной клинической практике.

В данный момент альтернативой для оценки значимости стенозов коронарных артерий и выбора дальнейшей тактики (реваскуляризация, оптимальная медикаментозная терапия) в отношении пограничных стенозов может стать однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОЭКТ) миокарда с коррекцией поглощения излучения (КПИ), которая осуществляется с помощью совмещенного с ОЭКТ рентгеновского компьютерного томографа (РКТ) [8]. Совмещенные системы ОЭКТ/КТ нашли широкое клиническое применение в диагностике функциональных нарушений миокарда при различных заболеваниях ССС [9].

Расширяющиеся возможности радионуклидных методов, со-

вершенствование аппаратуры и программного обеспечения требуют нового осмысления, уточнения наиболее рациональных показаний для проведения того или иного исследования с целью более детальной разносторонней оценки состояния миокарда у больных ИБС.

Если до недавнего времени при проведении перфузионной сцинтиграфии миокарда в основном использовались два параметра – площадь и дефект перфузии, то на сегодняшний день появилась возможность вычислять интегральные показатели тяжести поражения миокарда – summed difference score (SDS) [10]. Показатель SDS автоматически рассчитывается с помощью программного обеспечения quantitative perfusion SPECT (QPS) [11] как параметр, который оценивает глубину и площадь дефекта перфузии.

В связи с этим остаётся актуальной проблема разработки объективных критериев диагностики гемодинамической значимости пограничных стенозов КА. Необходимость определения преходящей ишемии с привязкой к бассейнам КА на основе данных ОЭКТ/КТ по-прежнему является актуальным вопросом современной кардиологии и диагностической кардиорадиологии. Указанные вопросы и проблемы и послужили основанием для проведения данного исследования.

Целью нашего исследования было изучение клинической значимости однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда с коррекцией поглощения излучения, которая осуществляется с помощью совмещенного с ОЭКТ рентгеновского компьютерного томографа, в оценке гемодинамического состояния пограничных стенозов КА в сопоставлении с ФРК у больных ИБС.

Материал и методы

В исследование включены 70 пациентов (50 мужчин и 20 женщин), средний возраст 57 ± 5 лет,

с верифицированным на основании клинических и инструментальных данных диагнозом ИБС. В течение 4 дней им была проведена КАГ, процент стенозирования КА оценивали по общепринятой методике с помощью компьютерного количественного анализа (quantitative coronary angiography – QCA); при коронарных стенозах 50–70% проводилось измерение ФРК [7]. При ФРК > 0,80 стеноз расценивался как гемодинамически незначимый. ОЭКТ/КТ-перфузия миокарда выполнялась с использованием камеры Philips BrightView ХСТ с ЭКГ-синхронизатором для получения синхронизированной ОЭКТ (С-ОЭКТ), что позволяло одновременно с оценкой состояния перфузии миокарда получать дополнительные данные о его сократительной функции. Антиангинальная терапия была прервана за 48 ч до исследования, пациенты воздерживались от употребления кофеина в течение 24 ч до исследования. Использовался двухдневный протокол покой/нагрузка (велоэргометр), общая активность введённого радиофармпрепарата составляла от 370 до 900 МБк ^{99m}Tc-МИБИ в зависимости от массы тела. Количественный анализ проводился на системах PACS Philips JetStream AutoSPECT, QPS/QGS AutoQUANT (Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, CA, USA). КТ области сердца с целью коррекции поглощения излучения осуществлялась с помощью плоскопанельной КТ-подсистемы (шириной 15 см) ОЭКТ/КТ-томографа. КТ сердца выполнялась за 60 с, напряжение на трубке составляло 120 кВ, сила тока – 5 мА, с дальнейшей оценкой количественных показателей.

Результаты

Ключевыми этапами работы были проведение КАГ, оценка ФРК и проведение ОЭКТ/КТ сердца в покое и после нагрузочной пробы с коррекцией поглощения излучения (КПИ). По данным КАГ у 70 пациентов, вклю-

Таблица 1

Определение достоверности различия параметров перфузии при проведении ОЭКТ/КТ с КПИ и без КПИ (покой/нагрузка)			
Параметр	ОЭКТ/КТ с КПИ	ОЭКТ/КТ без КПИ	<i>p</i>
SRS	4,0 (1,0–5,25)	1,0 (0,0–1,25)	0,0005
SSS	6,0 (3,5–8)	3,0 (1,0–5,0)	0,0007
SDS	3,0 (1,0–6,0)	1,0 (0,0–3,5)	0,0212
RTPD	5,8 (2,6–8,95)	4,0 (1,0–8,0)	0,0285
STPD	7,7 (4,9–9,9)	5,5 (3,4–9,2)	0,0491
RE	6,0 (2,0–10,0)	4,0 (1,0–9,0)	0,0361

Примечание. Данные представлены в виде медианы (1-й–3-й квартиль).

ченных в исследование, было выявлено 96 поражённых коронарных артерий с пограничными стенозами (ПНА – 40 (42%), ОА – 27 (28%), ПКА – 29 (30%) случаев), у 3 (4%) из них обнаружено трехсосудистое поражение КА, у 20 (29%) – двухсосудистое, у остальных 47 (67%) пациентов – однососудистое. У пациентов с трехсосудистым поражением измерение ФРК проводилось в каждой КА. Для количественной оценки перфузии миокарда использовались следующие параметры: Reversibility Extent (RE, %) – площадь переходящей ишемии, Summed Difference Score (SDS, ед.) = SSS – SRS – показатель тяжести переходящей ишемии, Summed Rest Score (SRS, ед.) – сумма баллов глубины поражений миокарда в покое, Summed Stress Score (SSS, ед.) – сумма баллов глубины поражений миокарда после нагрузки, Total Perfusion Deficit (TPD, ед.) – общий дефект перфузии миокарда.

Каждый из этих параметров оценивался в зоне кровоснабжения каждой из трех КА (ПНА, ПКА, ОА) по 17-сегментной схеме.

Для выработки оптимального протокола исследования было выполнено сравнение изображений, полученных с использованием КПИ и без нее. Для этого были проанализированы изменения количественных параметров – RE, SSS, SRS, SDS, TPD (табл. 1).

Исходя из значения *p*, полученного при сравнении двух зависимых выборок количественных параметров с КПИ и без

КПИ, очевидно, что разница достоверна (*p* < 0,05) для всех значений.

Сравнение количественных параметров перфузии ОЭКТ и ОЭКТ/КТ в покое и после нагрузочных проб в зоне кровоснабжения трех основных КА. Мы провели анализ количественных показателей перфузии миокарда с КПИ и без КПИ в зонах кровоснабжения трех основных КА – ПНА, ПКА и ОА (табл. 2).

Согласно полученным данным, статистически достоверная разница (*p* < 0,05) отмечается по всем показателям.

При проведении КПИ медиана количественных параметров ОЭКТ/КТ возрастает. Учитывая, что разница между параметрами перфузии миокарда статистически значима не только в зоне всего ЛЖ (см. табл. 1), но и в зоне кровоснабжения каждой КА (см. табл. 2), следовательно, ОЭКТ миокарда с КПИ повышает чувствительность метода для выявления нарушения перфузии миокарда. Эта технология имеет очень важное значение для исследования пациентов с поражением КА, так как при обработке полученных данных после ОЭКТ/КТ миокарда в покое и после нагрузочной пробы использование коррекции поглощения излучения влияет на количественные показатели, при этом повышается вероятность обнаружения признаков переходящей ишемии миокарда, или наоборот, подтверждения отсутствия ишемии у пациентов

Таблица 2

**Определение достоверности различий параметров перфузии
при проведении ОЭКТ/КТ с КПИ и без КПИ (покой/нагрузка)
по зонам кровоснабжения КА**

Параметр	ОЭКТ/КТ с КПИ	ОЭКТ/КТ без КПИ	<i>p</i>
SRS			
ПНА	1,0 (0,0–3,25)	0,0 (0,0–1,0)	0,0116
ОА	0,0 (0,0–0,25)	0,0 (0,0–0,0)	0,0424
ПКА	1,0 (0,0–2,0)	0,0 (0,0–0,0)	0,0368
SSS			
ПНА	4,0 (1,0–5,0)	1,0 (0,0–4,0)	0,0392
ОА	2,0 (0,0–4,0)	1,0 (0,0–3,0)	0,0199
ПКА	2,0 (0,75–3,0)	0,0 (0,0–1,0)	0,0136
SDS			
ПНА	3,0 (0,75–5,0)	1,0 (0,0–3,0)	0,0115
ОА	2,0 (0,25–4,0)	0,0 (0,0–2,75)	0,0235
ПКА	2,0 (0,5–3,0)	0,0 (0,0–2,5)	0,0025
RTPD			
ПНА	3,3 (1,6–6,4)	1,9 (1,1–4,2)	0,0216
ОА	1,5 (0,7–3,3)	0,5 (0,0–2,5)	0,0473
ПКА	1,1 (0,3–2,17)	0,0 (0,0–1,92)	0,0013
STPD			
ПНА	1,8 (1,4–5,15)	0,0 (0,0–4,95)	0,0105
ОА	0,8 (0,075–1,55)	0,0 (0,0–1,35)	0,0205
ПКА	1,5 (0,74–2,52)	0,0 (0,0–0,45)	0,0365
RE			
ПНА	7,0 (3,25–9,0)	4,0 (1,25–6,75)	0,0123
ОА	4,0 (2,0–8,0)	3,0 (0,0–6,0)	0,0345
ПКА	5,0 (3,0–10,0)	3,0 (0,0–6,75)	0,0124

Примечание. Данные представлены в виде медианы (1-й–3-й квартиль).

с пограничными стенозами коронарных артерий, что, в свою очередь, позволяет выбрать адекватную дальнейшую тактику лечения.

Сопоставление количественных параметров SDS и RE ОЭКТ/КТ с КПИ и без КПИ. При проведении корреляционно-

го анализа по Спирмену SDS и RE при ОЭКТ/КТ с КПИ и без КПИ была выявлена сильная прямая корреляция (рис. 1, 2).

Таким образом, в исследованиях, выполненных как в покое, так и при нагрузочной пробе, изображения, полученные с КПИ, качественно и количественно от-

личаются от изображений, полученных без КПИ. Исходя из этого целесообразнее проведение ОЭКТ/КТ миокарда только с использованием КПИ.

Поскольку, согласно полученным результатам, количественный параметр может иметь диагностическую ценность для определения гемодинамической значимости пограничных стенозов методом ОЭКТ/КТ миокарда (покой/нагрузка) с КПИ, мы провели сравнение параметров фракционного резерва кровотока и количественных параметров ОЭКТ/КТ с КПИ. С этой целью мы использовали такие количественные параметры перфузии, как SDS, RE, поскольку они сочетают в себе разность параметров нагрузки и покоя, что является более значимым для оценки преходящей ишемии миокарда. RTPD, STPD также показали достоверную статистическую разницу, однако мы не стали их использовать, так как данные параметры отображают состояние перфузии миокарда только после покоя и нагрузочной пробы. Это нас не устраивало, поскольку в группе исследуемых были пациенты, которые перенесли ИМ, поэтому у них по данным ОЭКТ/КТ после нагрузочной пробы возможны дефекты перфузии миокарда, которые не ассоциируются с преходящей ишемией. Для более корректной

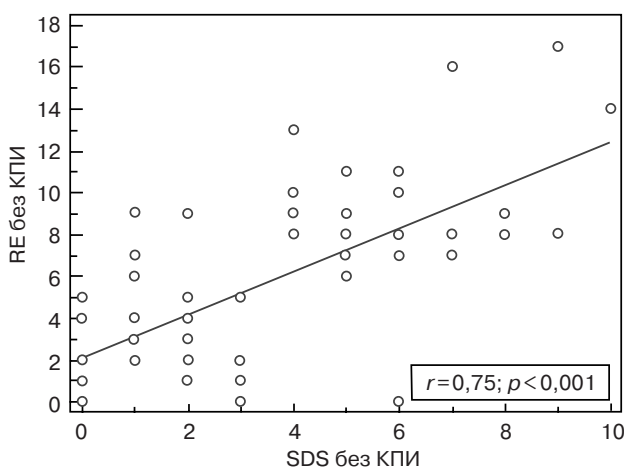


Рис. 1. Корреляция по Спирмену показателей SDS и RE при ОЭКТ/КТ без КПИ.

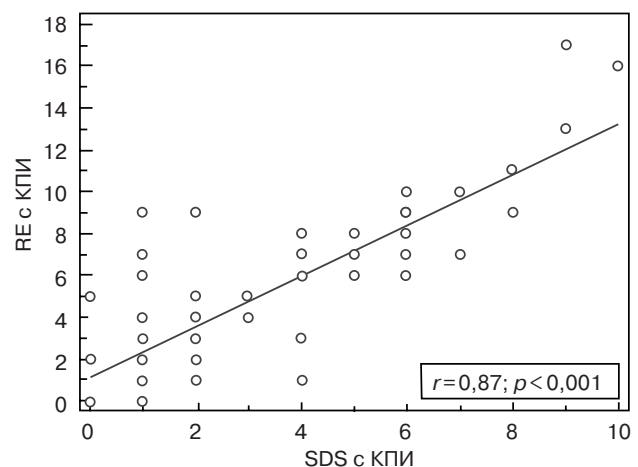


Рис. 2. Корреляция по Спирмену показателей SDS и RE при ОЭКТ/КТ с КПИ.

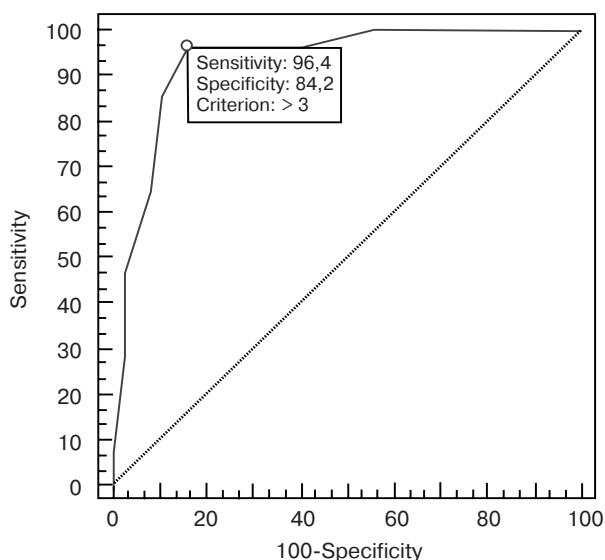


Рис. 3. ROC-анализ ФПК и SDS без КПИ ($p < 0,01$).

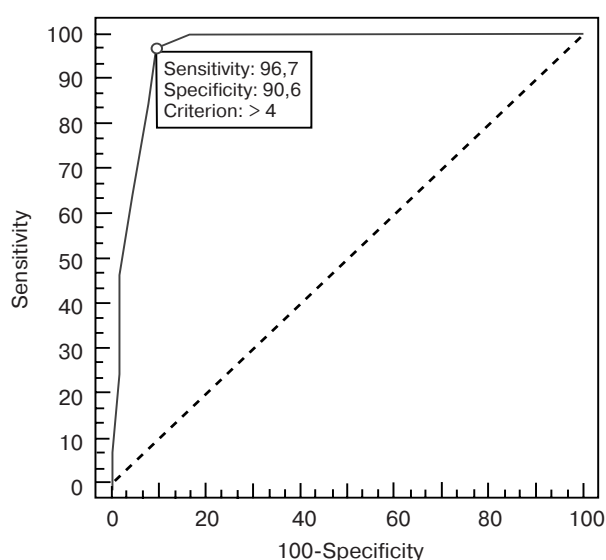


Рис. 4. ROC-анализ ФПК и SDS с КПИ ($p < 0,01$).

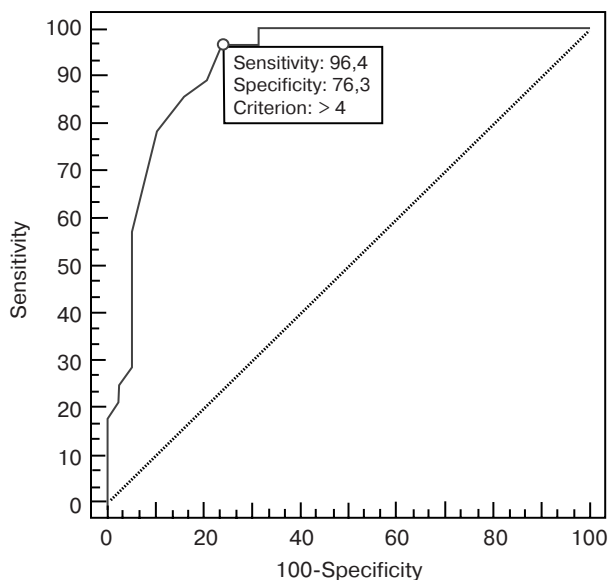


Рис. 5. ROC-анализ ФПК и RE без КПИ.

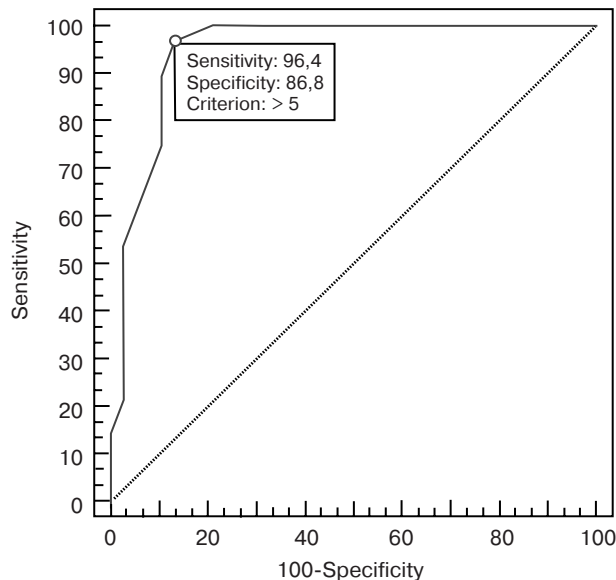


Рис. 6. ROC-анализ ФПК и RE с КПИ.

трактовки необходимы количественные параметры разницы STPD и RTPD, что технически невозможно было осуществить.

Для того чтобы понять, насколько КПИ влияет на полуколичественные параметры в выявлении гемодинамически значимых пограничных стенозов, мы провели ROC-анализ SDS и RE в зоне кровоснабжения трех основных КА с КПИ и без КПИ с ФПК. При ФПК менее 0,80 стеноз расценивался как гемодинамически значимый.

На изображениях, полученных без КПИ, значение $SDS > 3$ предсказывает наличие достоверного стойкого дефекта перфузии с чувствительностью 96,4% и специфичностью 84,2%, на изображениях, полученных с КПИ, при $SDS > 4$ аналогичные показатели составляют 96,7 и 90,6% соответственно (рис. 3, 4).

На изображениях без КПИ значение $RE > 4$ предсказывает наличие достоверного стойкого дефекта перфузии с чувствительностью 96,4% и специфичностью

76,3%, на изображениях с КПИ при $RE > 5$ те же показатели составляют 96,4 и 86,8% соответственно (рис. 5, 6). Таким образом, КПИ увеличивает чувствительность и специфичность количественных параметров ОЭКТ/КТ у пациентов с пограничными стенозами, что позволяет использовать их в оценке гемодинамической значимости.

Наиболее чувствительным и специфичным параметром ОЭКТ/КТ с КПИ оказался SDS – 96,7 и 90,6% по сравнению с RE – 96,4

и 86,8% соответственно. В связи с этим для определения гемодинамической значимости пограничных стенозов в зоне кровоснабжения одной из трех КА мы будем использовать параметр SDS. Показатель $SDS > 4$ в зоне кровоснабжения одной из трех КА мы расценивали как преходящую ишемию миокарда.

На рисунках 7, 8 приведены клинические примеры влияния коррекции поглощения излучения на визуальные и количественные параметры перфузии миокарда.

В первом случае (см. рис. 7) по данным ОЭКТ/КТ без КПИ визуально и количественно ($SDS_{ПКА}=6$, $RE_{ПКА}=15$) отмечаются признаки рубцового повреждения миокарда базальных сегментов нижней стенки. В ответ на нагрузку наблюдается выраженная ишемия в бассейне ПКА, однако при ОЭКТ/КТ с КПИ

данных за очагово-рубцовое повреждение и преходящую ишемию миокарда не получено, что также подтверждается количественными параметрами ($SDS_{ПНА}=1$, $RE_{ПНА}=2$). ФРК 0,92, стеноз гемодинамически незначимый. Во втором случае по данным ОЭКТ/КТ без КПИ распределение РПП равномерное, без дефектов перфузии ($SDS_{ПНА}=1$, $RE_{ПНА}=2$), при КПИ отмечается преходящий дефект перфузии верхушечной локализации и близлежащих передних сегментов ($SDS_{ПНА}=5$, $RE_{ПНА}=16$). ФРК 0,65, стеноз гемодинамически значимый. Таким образом, КПИ позволяет технически устранить статистическую погрешность при проведении ОЭКТ миокарда, что, в свою очередь, влияет на конечный результат исследования и заключение по нему, а также позволяет более точно опреде-

лить гемодинамическую значимость пограничного стеноза КА.

Корреляция параметров RE, SDS с КПИ и данных ФРК при определении гемодинамической значимости стенозов КА от 50 до 70%. Показатели ОЭКТ/КТ слабо коррелируют со значениями ФРК ($r=0,22$ и $r=0,20$) (рис. 9, 10). Это обусловлено тем, что при оценке гемодинамической значимости пограничного стеноза в любом из сегментов коронарной артерии (проксимальном, среднем, дистальном) метод ФРК не способен оценить площадь (RE) и тяжесть (SDS) преходящей ишемии, что, в свою очередь, влияет на прогноз пациента.

Таким образом, на основании проведенного исследования установлена взаимосвязь между ФРК и количественными параметрами ОЭКТ/КТ, что позволяет исполь-

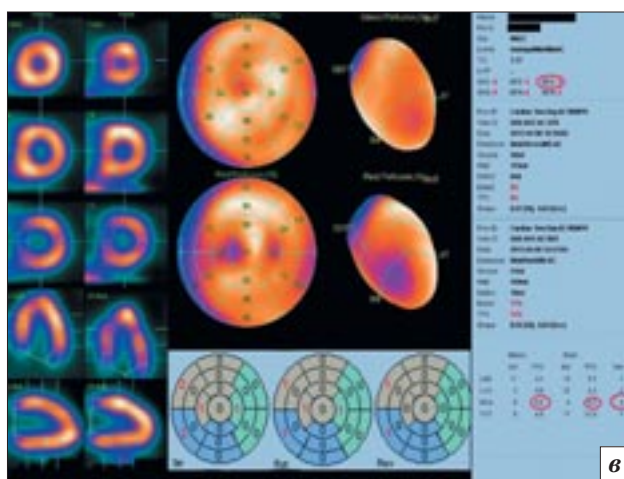
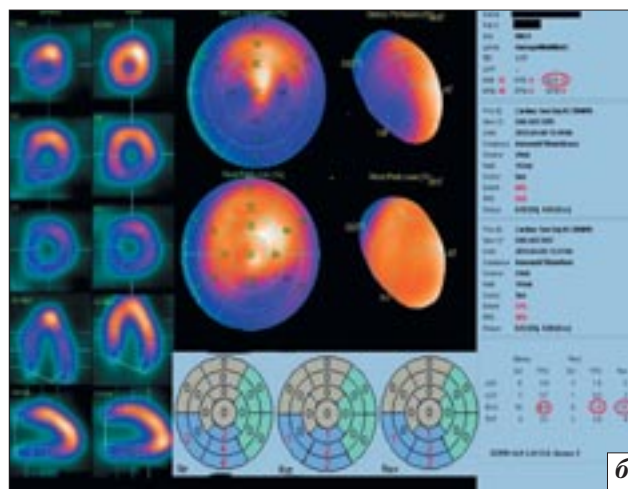
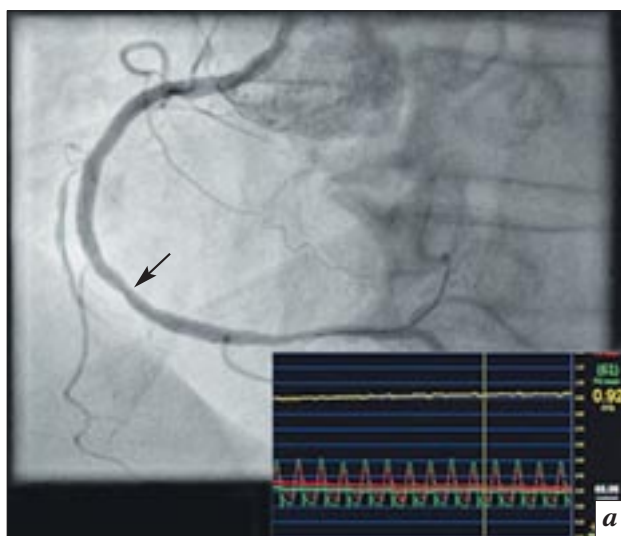


Рис. 7. Пациент А., 55 лет. По данным ЭхоКГ: КДР 5,3 см, ФВ $> 60\%$, нарушений локальной сократимости нет. Результаты КАГ (а): стеноз среднего сегмента ПКА 50% (стрелка). Нагрузочная проба: сомнительная, ТФН высокая. ОЭКТ/КТ без КПИ (б) в покое и после нагрузочной пробы: рубцовое изменение миокарда базальных сегментов нижней стенки интрамурального характера, ФВ 67%. В ответ на нагрузку отмечается выраженная ишемия в бассейне ПКА, ФВ 57%, что подтверждается визуально и количественными параметрами ($SDS_{ПКА}=6$, $RE_{ПКА}=15$). При использовании КПИ (в) данных за наличие очагово-рубцовых повреждений миокарда и преходящей ишемии не получено, количественные параметры в пределах нормальных значений ($SDS_{ПКА}=2$, $RE_{ПКА}=0$). ФРК=0,92 (а).

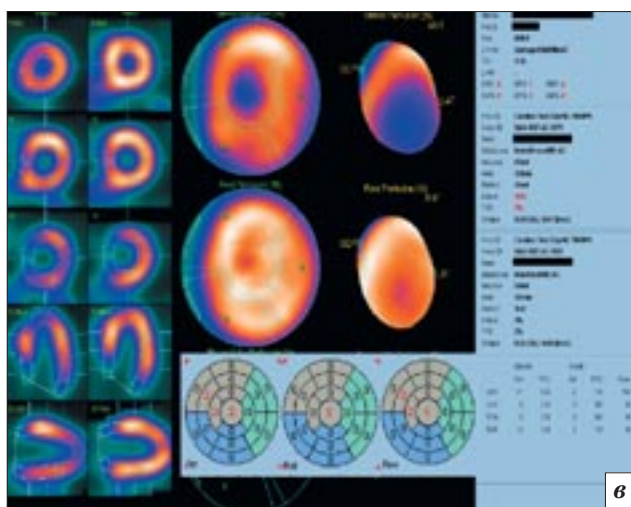
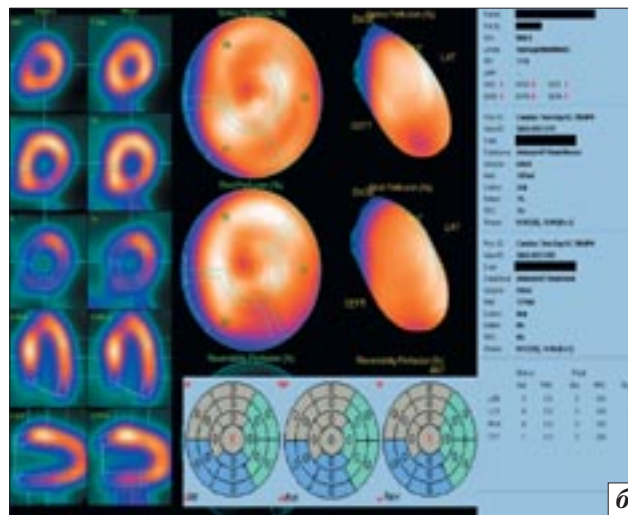
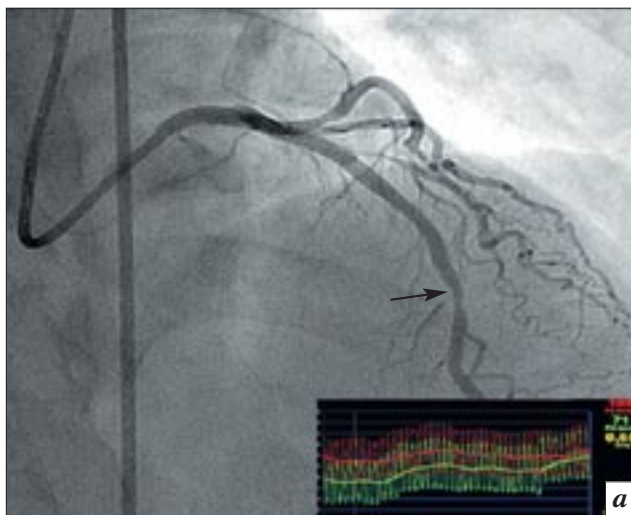


Рис. 8. Пациентка Б. с диагнозом: ИБС, стенокардия напряжения, ГБ. По данным КАГ (а): стеноз ПНА 60% в среднем сегменте (стрелка), ФРК=0,65. По данным ОЭКТ/КТ без КПИ (б) SDS ПНА=1, RE ПНА=2, преходящей ишемии миокарда не выявлено. По данным ОЭКТ/КТ с КПИ (в) SDS ПНА=6, RE ПНА=16, признаки преходящей ишемии миокарда верхушечной локализации с переходом на передние сегменты.

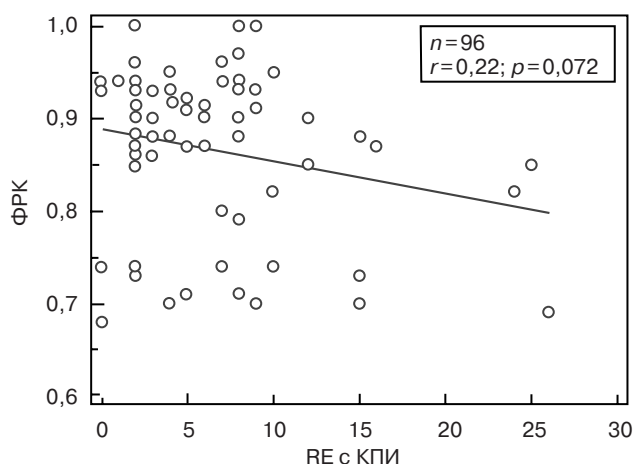


Рис. 9. Корреляция тяжести преходящей ишемии, рассчитанная по показателю RE с КПИ, и данных ФРК.

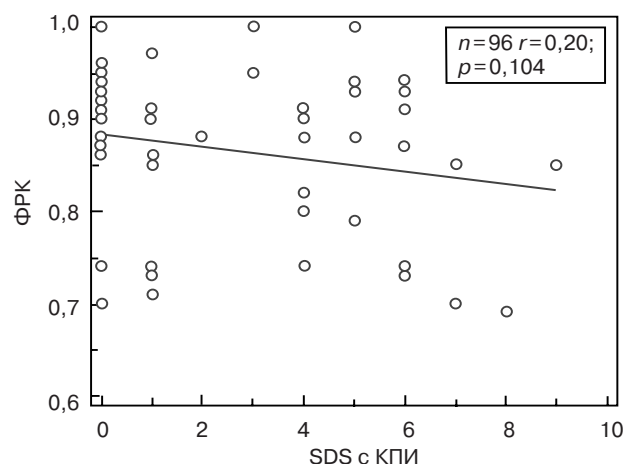


Рис. 10. Корреляция площади преходящей ишемии, рассчитанная по показателю SDS с КПИ, и данных ФРК.

зовать SDS в качестве оценки гемодинамической значимости пограничных стенозов. Наше исследование показывает, что проведение ОЭКТ миокарда с КПИ повышает диагностическую цен-

ность метода, снижая число ложноположительных и сомнительных результатов. Исследование с КПИ упрощает интерпретацию перфузионной ОЭКТ миокарда у пациентов с пограничными сте-

нозами и в большинстве случаев позволяет сделать однозначное заключение, которое имеет важнейшее значение в повседневной работе. В связи с этим коррекция поглощения при ОЭКТ миокарда

целесообразна у пациентов с пограничными стенозами КА для оценки их гемодинамической значимости.

Выводы

1. При оценке гемодинамической значимости пограничных стенозов методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда, совмещенной с компьютерным томографом, целесообразно использовать показатель SDS (тяжесть преходящей ишемии) с коррекцией поглощения излучения.

2. При проведении ОЭКТ/КТ для оценки пограничных стенозов коронарных артерий использование показателя SDS характеризуется достоверно большей специфичностью, чем использование показателя RE, – 90,6 и 86,8% соответственно.

3. Отсутствует корреляция данных площади (RE) и тяжести (SDS) преходящей ишемии миокарда с КПИ со значением ФРК. Это свидетельствует о том, что определение ФРК позволяет оценить лишь гемодинамическую значимость пограничного стеноза КА, но не площадь и тяжесть преходящей ишемии.

4. ОЭКТ/КТ миокарда с КПИ имеет чувствительность 96,7%, специфичность 90,6% в определении гемодинамической значимости пограничных стенозов.

Литература

1. Чазов Е.И. Фундаментальная медицина как основа инноваций в медицинской практике. *Терапевтический архив*. 2013; 85 (8): 6–7.
2. Шевченко О.П., Мишнев О.Д., Шевченко А.О. и др. Ишемическая болезнь сердца. М.: Реафарм; 2005.
3. Shaw L., Iskandrian A. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J. Nucl. Cardiol.* 2004; 11 (2): 171–85.

4. Tonino P.A., De Bruyne B., Pijls N.H. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (3): 213–24.
5. De Bruyne B., Pijls N.H., Kalesan B. et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367 (11): 991–1001.
6. Pijls N.H., van Schaardenburgh P., Manoharan G. et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (21): 2105–11.
7. Миронов В.С., Меркулов Е.В., Самко А.Н. Оценка фракционного резерва коронарного кровотока. *Кардиология*. 2012; 52 (8): 66–71.
8. Massoud T.F., Gambhir S.S. Molecular imaging in living subjects: seeing fundamental biological processes in a new light. *Genes Dev.* 2003; 17 (5): 545–80.
9. Hendel R.C., Corbett J.R., Culom S.J. et al. The value and practice of attenuation correction for myocardial perfusion SPECT imaging: a joint position statement from the American Society of Nuclear Cardiology and the Society of Nuclear Medicine. *J. Nucl. Cardiol.* 2002; 9 (1): 135–43.
10. Knollmann D., Knebel I., Koch K.C. et al. Comparison of SSS and SRS calculated from normal databases provided by QPS and 4D-MSPECT manufacturers and from identical institutional normals. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imag.* 2008; 35 (2): 311–8.
11. Germano G., Kavanagh P.B., Waechter P. et al. A new algorithm for the quantitation of myocardial perfusion SPECT. I: technical principles and reproducibility. *J. Nucl. Med.* 2000; 41 (4): 712–9.
2. Shevchenko O.P., Mishnev O.D., Shevchenko A.O. et al. Coronary heart disease. Moscow: Reafarm; 2005 (in Russian).
3. Shaw L., Iskandrian A. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J. Nucl. Cardiol.* 2004; 11 (2): 171–85.
4. Tonino P.A., De Bruyne B., Pijls N.H. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (3): 213–24.
5. De Bruyne B., Pijls N.H., Kalesan B. et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367 (11): 991–1001.
6. Pijls N.H., van Schaardenburgh P., Manoharan G. et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (21): 2105–11.
7. Mironov V.S., Merkulov E.V., Samko A.N. Assessment of fractional coronary blood flow reserve. *Кардиология*. 2012; 52 (8): 66–71 (in Russian).
8. Massoud T.F., Gambhir S.S. Molecular imaging in living subjects: seeing fundamental biological processes in a new light. *Genes Dev.* 2003; 17 (5): 545–80.
9. Hendel R.C., Corbett J.R., Culom S.J. et al. The value and practice of attenuation correction for myocardial perfusion SPECT imaging: a joint position statement from the American Society of Nuclear Cardiology and the Society of Nuclear Medicine. *J. Nucl. Cardiol.* 2002; 9 (1): 135–43.
10. Knollmann D., Knebel I., Koch K.C. et al. Comparison of SSS and SRS calculated from normal databases provided by QPS and 4D-MSPECT manufacturers and from identical institutional normals. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imag.* 2008; 35 (2): 311–8.
11. Germano G., Kavanagh P.B., Waechter P. et al. A new algorithm for the quantitation of myocardial perfusion SPECT. I: technical principles and reproducibility. *J. Nucl. Med.* 2000; 41 (4): 712–9.

References

Поступила 19.05.2014