

И.О. Томашевский, О.С. Корникова

ЗНАЧЕНИЕ ОФЭКТ/КТ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЛЬЦИНОЗА КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ, ПЕРФУЗИИ И КОНТРАКТИЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА У ЖЕНЩИН С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Частное учреждение здравоохранения «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», Москва

Контактное лицо: Игорь Остапович Томашевский, e-mail: tomash_io@mail.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Изучить частоту встречаемости кальциноза коронарных артерий и его влияние на перфузию и контрактильную функцию миокарда у женщин с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материал и методы: У 141 женщин с ишемической болезнью сердца (ИБС) была проведена одновременная оценка кальциноза коронарных артерий, перфузии и контрактильной функции при использовании 99m Tc-технетрила методом ОФЭКТ/КТ с ЭКГ-синхронизацией и РКТ-коррекцией ослабления излучения, а также с сопоставлением данных ОФЭКТ/КТ с результатами электрокардиографии (ЭКГ), эхокардиографии (ЭХО-КГ), клиническим и биохимическим анализами крови.

Результаты: Из 141 обследованных женщин с ИБС кальциноз коронарных артерий был выявлен у 33 (23 %): в возрасте старше 55 лет ($M=67$ лет с колебаниями от 58 до 83 лет) – у 25 (17, 7 %), в возрасте 41 – 55 лет ($M=50$ с колебаниями от 46 до 54 лет) – у 7 (4,6 %), в возрасте 25–40 лет – у одной женщины 35 лет (0,7 %). Интервал показателей кальциевого индекса в соответствии со шкалой Agatston был установлен следующим: при максимальной степени > 400 – у 6 женщин (4,2 % от всех обследованных); при 101–400 – у 9 (6,4 %); при 11–100 – у 17 (12,0 %); при 1–10 – у одной женщины (0,7 %); при минимальной степени – 0 – у 108 женщин (76,7 % от всех обследованных). При наличии кальциноза максимальной степени (> 400 единиц) выявлено незначительное достоверное снижение перфузии, увеличения фракции выброса и длительности диастолы.

Заключение: Использование ОФЭКТ/КТ с ЭКГ-синхронизацией и РКТ-коррекцией излучения у 141 женщин с ИБС позволило выявить кальциноз коронарных артерий у 23 %.

Ключевые слова: *женщины, ишемическая болезнь сердца, ОФЭКТ/КТ, миокард, кальциноз коронарных артерий, перфузия, контрактильная функция*

Для цитирования: Томашевский И.О., Корникова О.С. Значение ОФЭКТ/КТ для одновременной оценки кальциноза коронарных артерий, перфузии и контрактильной функции миокарда у женщин с ишемической болезнью сердца // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2024. Т. 69. № 1. С.88–91. DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-88-91

DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-88-91

I.O. Tomashevsky, O.S. Kornikova

The Importance of SPECT/CT in Simultaneous Assessment of Calcification of Coronary Arteries, Perfusion and Contractile Function of the Myocardium among Females with Coronary Heart Disease

Central Clinical Hospital RZD-Medicine, Moscow, Russia

Contact person: Igor Ostapovich Tomashevsky, e-mail: tomash_io@mail.ru

ABSTRACT

Purpose: To study the frequency of calcinosis of coronary arteries and its effect on myocardial perfusion and contractile function among females with coronary heart disease (CHD).

Material and methods: A survey was conducted among 141 females with coronary heart disease (CHD): simultaneous assessment of coronary artery calcinosis, perfusion and contractile function with 99m Tc-technetruil SPECT/CT with ECG-synchronization and X-ray radiation correction, as well as comparison of data with the results of electrocardiography (ECG), echocardiography (ECHO-CG), clinical and biochemical blood tests.

Results: Coronary artery calcinosis was detected in 33 (23 %) females with coronary heart disease (CHD) out of all patients identified: over the age of 55 years ($M = 67$ years with variations from 58 to 83 years) – in 25 (17.7 %), aged 41–55 years ($M = 50$ years with variations from 46 to 54 years) – in 7 (4.6 %), at the age of 25–40 years – in one female 35 years (0.7 %). The Agatston calcium score interval was set as follows: at the maximum degree > 400 – for 6 females (4.2 % of all surveyed); at 101–400 – in 9 (6.4 %); at 11–100 – in 17 (12.0 %); at 1–10 – in one female (0.7 %); with a minimum degree of 0 – in 108 females (76.7 % of all surveyed). In the presence of maximum degree of calcinosis (> 400 units), a slight significant decrease in perfusion, an increase in ejection fraction and diastole duration was revealed.

Conclusion: The use of combined SPECT/CT with ECG synchronization and CT radiation correction technology in 141 females with coronary artery disease made it possible to identify coronary artery calcinosis in 23 % of patients.

Keywords: *females, coronary heart disease, SPECT/CT, myocardium, calcinosis of coronary arteries, perfusion, contractile function of the myocardium*

For citation: Tomashevsky IO, Kornikova OS. The Importance of SPECT/CT in Simultaneous Assessment of Calcification of Coronary Arteries, Perfusion and Contractile Function of the Myocardium among Females with Coronary Heart Disease. Medical Radiology and Radiation Safety. 2024;69(1):88–91. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2024-69-1-88-91

Введение

Несмотря на достижения в кардиологии за последние годы, сохраняется традиционное «первенство» кардиологических и сосудистых заболеваний по показателю инвалидизации населения во всем мире [1]. Сердечно-сосудистые заболевания, более 2/3 которых составляют ишемическая болезнь сердца, инсульт и заболевания периферических артерий, обусловленные атеросклерозом, остаются главной причиной смертности. При столь высокой общей заболеваемости ИБС, прежде всего обусловленной коронарным атеросклерозом, обширную когорту в ее структуре составляют пациенты с особой формой – микрососудистой стенокардией, проявляющейся болевым синдромом в грудной клетке при ангиографически неизмененных или малоизмененных коронарных артериях, которые определяются, по данным разных авторов, у 10 % и более 30 % больных с симптомами стенокардии. Для европейской популяции частота встречаемости хронических спазмов коронарных артерий считается порядка 2–3 % (у мужчин в несколько раз чаще, чем у женщин) однако в Японии этот диагноз выставляют до 40 % случаев госпитализаций по поводу нестабильной стенокардии [2–5].

При диагностике ИБС на сегодняшний день состояние микроциркуляции миокарда в клинической практике можно оценивать косвенно, с помощью неинвазивных технологий определения резерва миокардального кровотока и коронарного резерва: радионуклидных методов (ОФЭКТ, ПЭТ), высокочастотной трансторакальной эхокардиографии (Эхо-КГ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Для оценки состояния систолической и диастолической функций миокарда применяются Эхо-КГ, МРТ и синхронизированные с ЭКГ радионуклидные методы: радионуклидная вентрикулография, синхронизированная с ЭКГ однофотонная эмиссионная компьютерная томография. В последние годы появились гибридные томографы, позволяющие проводить рентгеновскую компьютерную томографию и однофотонную эмиссионную томографию любого органа, в том числе и сердца. Эти приборы дают возможность за одно исследование оценивать показатели кальциевого индекса коронарных артерий, а также после дополнительного внутривенного введения радиофармпрепарата (например, ^{99m}Tc-технетрил) определять перфузию, состояния систолической и диастолической функций миокарда с ЭКГ-синхронизацией и РКТ коррекцией гамма-излучения, что существенно увеличивает точность гибридного исследования [6, 7].

Считается, что увеличенный кальциевый индекс коронарных артерий является самым высоким фактором риска будущих осложнений ИБС, выше, чем все остальные факторы вместе взятые (увеличение показателей общего холестерина и липопротеинов высокой плотности в крови, наличие сахарного диабета, табакокурение, артериальная гипертензия) [8, 9]. Следует подчеркнуть, что частота встречаемости повышенного кальциевого индекса коронарных артерий и влияние увеличенного кальциоза коронарных артерий на перфузию и контрактильную функцию при ИБС у женщин изучено недостаточно.

Цель настоящей работы – изучить частоту встречаемости кальциоза коронарных артерий и его влияние на

перфузию и контрактильную функцию миокарда у женщин с ишемической болезнью сердца.

Материал и методы

Была обследована 141 женщина с ИБС в возрасте от 30 до 83 лет. Для постановки диагноза использовались электрокардиография, эхокардиография, клинический и биохимический анализ крови. Всем обследованным была проведена оценка кальциоза коронарных артерий по результатам рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) на гибридном однофотонном эмиссионном компьютерном томографе, совмещенном с рентгеновским компьютерным томографом (ОФЭКТ/КТ). ОФЭКТ/КТ проводилась в покое на гибридном томографе SymbiaT16 фирмы Siemens с отечественным радиофармпрепаратором ^{99m}Tc-технетрил с ЭКГ-синхронизацией и РКТ-коррекцией ослабления гамма-излучения.

У всех обследованных оценивались следующие показатели: при РКТ – 4 показателя: кальциоз коронарных артерий в передней межжелудочковой ветви левой венечной артерии, в правой венечной артерии, в огибающей ветви левой венечной артерии, суммарный показатель кальциоза; при ОФЭКТ – 1 показатель перфузии в виде суммы баллов при аккумуляции радиофармпрепарата миокардиальной тканью в покое по 5 балльной шкале (нормальные значения – 0) и 6 показателей функции: подвижность сердечной стенки (нормальные значения – 0); систоло-диастолическое утолщение (нормальные значения – 0); фракция выброса левого желудочка (нормальные значения > 50 %); пиковая объемная скорость изгнания крови из полостей сердца – параметр, который определяет состояние систолической функции миокарда (нормальные значения 2–3 КДО/с); средняя скорость наполнения левого желудочка в первую треть диастолы – считается наиболее чувствительным показателем, первым реагирует на нарушения диастолической функции, оценивает раннюю, активную fazу наполнения ЛЖ (нормальные значения 1,5–2 КДО/с); длительность диастолы – показатель характеризует диастолическую дисфункцию (нормальные значения 100–150 мс).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0. Количественные переменные представлены в виде $M \pm SD$ (средняя величина ± стандартное отклонение).

Результаты и обсуждение

Из 141 обследованных методом ОФЭКТ/КТ женщин кальциоз коронарных артерий был выявлен у 33 (23 %): в возрасте старше 55 лет ($M=67$ лет с колебаниями от 58 до 83 лет) – у 25 (17,7 %), в возрасте 41–55 лет ($M=50$ с колебаниями от 46 до 54 лет) – у 7 (4,6 %), в возрасте 25–40 лет – у одной женщины 35 лет (0,7 %). Интервал показателей кальциевого индекса в соответствии со шкалой Agatston был установлен следующим: при максимальной степени > 400 единиц – у 6 женщин (4,2 % от всех обследованных); при 101–400 единиц – у 9 (6,4 %); при 11–100 единиц – у 17 (12,0 %); при 1–10 единиц – у одной женщины (0,7 %); при минимальной степени – 0 единиц – у 108 женщин (76,7 % от всех обследованных).

У больных с кальциозом коронарных артерий и без такового сумма баллов для аккумуляции радиофармпре-

парата миокардиальной тканью в покое по 5-балльной шкале (СПБ) колебалась у большинства обследованных от 5 до 8 (см. табл. 1, № п/п 1, 2, 4), что свидетельствовало о начальной степени нарушения перфузии, за исключением 17 женщин с показателями кальциевого индекса от 11 до 100 единиц (см. табл. 1 № п/п 3), у которых показатели СПБ составили ($M \pm SD$) 3 ± 2 (при норме 3 и менее) и были достоверно ниже, по сравнению с таковыми при кальциевом индексе коронарных артерий максимальной степени (> 400 единиц), что свидетельствовало об отсутствии нарушения перфузии у этих 17 женщин.

Следует подчеркнуть, что при кальциевом индексе коронарных артерий максимальной степени (> 400 единиц) показатель фракции выброса (ФВ) левого желудочка достоверно увеличен по сравнению с таковым при кальциевом индексе коронарных артерий минимальной (0 единиц) степени (см. табл. 1, № п/п 1 и 3) что можно объяснить компенсаторным увеличением ФВ при начальной степени снижения миокардиального кровотока, установленного по СПБ (см. табл. 1, № п/п 1), которое составляет 8 ± 2 при норме 3 и менее. Это увеличение ФВ по-видимому повышает скорость миокардиального кровотока, восстанавливающую метаболизм миокарда, который незначительно снижен по результатам оценки перфузии. При этом показатели, определяющие систолическую и диастолическую функцию миокарда (пиковая объемная скорость изгнания крови из полостей сердца, средняя скорость наполнения левого желудочка в первую треть диастолы, длительность диастолы) достоверно не меняются, что ещё раз свидетельствует о начальной степени снижения миокардиального кровотока, не влияющего на сократительную функцию миокарда.

Однако при сравнении длительности диастолы (ДД) у больных с кальциевым индексом коронарных артерий максимальной степени (> 400 единиц) и минимальной степени (0 единиц) ДД достоверно повышена с кальциевым индексом коронарных артерий максимальной степени, что указывает на наличие диастолической дисфункции (см. табл. 1, № п/п 1 и 4). Кроме того, у этой группы обследованных достоверно повышенены СБП и ФВ, но достоверно не меняются показатели пиковой

объемной скорости изгнания крови из полостей сердца (ПИС) и средней скорости наполнения левого желудочка в первую треть диастолы (СНЖ/3).

Таким образом, на основании проведённого исследования 141 женщины с ИБС в возрасте от 30 до 83 лет, кальциноз коронарных артерий выявлен у 23 % обследованных, причём чаще всего он встречался в возрастной группе старше 55 лет (17,7 %), реже – в возрастной группе 41–55 лет (4,6 %), очень редко – в возрастной группе 25–40 лет (0,7 %).

У обследованных нами женщин с увеличением кальциноза коронарных артерий снижается перфузия (следовательно и кровоток) мышцы сердца, и это снижение перфузии становится достоверным при максимальной степени кальциноза (> 400 единиц) по сравнению с нулевой степенью, а также при кальциевом индексе коронарных артерий 11–100 единиц. При этом увеличивается длительность диастолы и показатель фракции выброса, что по-видимому позволяет компенсировать небольшое снижение перфузии, которое не ощущается обследованными. Полученные результаты исследования уровня кальция в коронарных артериях с подозрением на ишемическую болезнь сердца и его связь с ишемией миокарда совпадают с работой Xiaoliang Shao et al, в которой было выявлено, что показатели кальция в коронарных артериях слабо коррелировали с ишемией миокарда [10].

Заключение

Применение у больных с ИБС гибридной технологии ОФЭКТ/РКТ с ЭКГ – синхронизацией и РКТ коррекцией излучения позволяет за одно исследование оценить кальциноз коронарных артерий и в сочетании с внутривенным введением радиофармпрепарата ^{99m}Tc -технетрил определить характер, распространённость и выраженность нарушений перфузии, верифицировать ишемию миокарда и одновременно оценить контракtilную функцию. У женщин в возрасте от 41 до 55 лет и старше 55 лет с наличием кальциноза максимальной степени (> 400 единиц) выявлено незначительное достоверное снижение перфузии, увеличения фракции выброса и длительности диастолы.

Таблица 1

Показатели кальциевого индекса коронарных артерий, перфузии и контрактильной функции левого желудочка ($M \pm SD$) у женщин с ишемической болезнью сердца, одновременно полученные методом ОФЭКТ/КТ с радиофармпрепаратором ^{99m}Tc -технетрил

Indicators of the calcium index of the coronary arteries, perfusion and contractile function of the left ventricle ($M \pm SD$) in women with coronary heart disease, obtained sequentially by SPECT/CT with the radiopharmaceutical ^{99m}Tc -technetrol

№ п/п	Ч	КИКА	СБП	ФВ	ПИС	СНЖ/3	ДД
1	6	> 400	8 ± 2	85 ± 10	$-4,1 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,4$	223 ± 66
2	9	101–400	5 ± 4	76 ± 13	$-3,8 \pm 1,2$	$1,4 \pm 0,5$	189 ± 50
3	17	11–100	$3 \pm 2^*$	$70 \pm 13^*$	$-3,4 \pm 0,7$	$1,3 \pm 0,3$	163 ± 33
4	108	0	$5 \pm 2^*$	$73 \pm 1^*$	$-3,2 \pm 0,8$	$1,3 \pm 0,4$	$131 \pm 19^*$

Примечание: № п/п – номер по порядку; Ч – число обследованных; КИКА – показатель кальциевого индекса коронарных артерий в единицах (нормальные значения – ≤ 3); СБП – сумма баллов для аккумуляции радиофармпрепарата миокардиальной тканью в покое по 5-балльной шкале (нормальные значения – 0); ФВ – фракция выброса левого желудочка (нормальные значения $> 50\%$); ПИС – пиковая объемная скорость изгнания крови из полостей сердца (нормальные значения 2–3 КДО/с); СНЖ/3 – средняя скорость наполнения левого желудочка в первую треть диастолы (нормальные значения 1,5–2 КДО/с); ДД – длительность диастолы (нормальные значения 100–150 мс); * – достоверное отличие (при $p < 0,05$) показателей перфузии и контрактильной функции левого желудочка при сравнении порядковых номеров 2, 3, 4 с номером 1

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Терещенко С.Н., Кобалава Ж.Д., Моисеев В.С. и др. Структурно-функциональное состояние сердца и эффективность ингибитора АПФ периндоприла у больных сердечной недостаточностью в зависимости от полиморфизма гена АПФ // Кардиология. 2000. № 1. С. 35–37.
2. Cannon R.O. Microvascular Angina and the Continuing Dilemma of Chest Pain with Normal Coronary Angiograms // J. Am. Coll. Cardiol. 2009. No. 54. P. 877–885.
3. Cannon P.J., Dell R.B., Dwyer E.M.Jr. Measurement of Regional Myocardial Perfusion in Man with ¹³³Xenon and a Scintillation Camera // J. Clin. Invest. 1971. No. 51. P. 964–977.
4. Campisi R. Noninvasive Assessment of Coronary Microvascular Function in Women at Risk for Ischemic Heart Disease // Int. J. ClinPract. 2008. V.62, No. 2. P. 300–307.
5. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., et al. 2020 ESC Guidelines for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting Without Persistent ST-Segment Elevation // Eur. Heart. J. 2021. No. 42. P. 1289–1367.
6. Аншелес А.А., Шульгин Д.Н., Соломянный В.В., Сергиенко В.Б. Сопоставление результатов нагрузочных проб, данных однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда и коронарографии у больных ишемической болезнью сердца // Кардиологический вестник. 2012. Т.7, № 2 (XIX). С. 10–16.
7. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Национальное руководство по радионуклидной диагностике. Томск: СТТ, 2010.
8. Оганов Р.Г., Фомина И.Г. Болезни сердца: Руководство для врачей. М.: Литтерра, 2006. С. 1225–1242.
9. Рудой А.С., Загашвили И.В. Микроваскулярная стенокардия // Военная медицина. 2013. № 1. С. 143–148.
10. Xiaoliang Shao, Xiaoliang Shao, Yuetao Wang, Ruijue Zhou, Jianfeng Wang. Characteristics of Coronary Artery Calcium in Chinese Patients with Suspected Coronary Artery Disease and Its Relationship with Myocardial Ischemia // Journal of Nuclear Medicine. 2016. V.57, No. 2. P. 339.

REFERENCES

1. Tereshchenko S.N., Kobalava Zh.D., Moiseyev V.S., et al. Structural and Functional State of the Heart and the Effectiveness of the ACE Inhibitor Perindopril in Patients with Heart Failure Depending on the Polymorphism of the ACE Gene. *Kardiologiya = Kardiologiya*. 2000;1:35–37 (In Russ.).
2. Cannon R.O. Microvascular Angina and the Continuing Dilemma of Chest Pain with Normal Coronary Angiograms. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009;54:877–885.
3. Cannon P.J., Dell R.B., Dwyer E.M.Jr. Measurement of Regional Myocardial Perfusion in Man with ¹³³Xenon and a Scintillation Camera. *J. Clin. Invest.* 1971;51:964–977.
4. Campisi R. Noninvasive Assessment of Coronary Microvascular Function in Women at Risk for Ischemic Heart Disease. *Int. J. ClinPract.* 2008;62;2:300–307.
5. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., et al. 2020 ESC Guidelines for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting Without Persistent ST-Segment Elevation. *Eur. Heart. J.* 2021;42:1289–1367.
6. Ansheles A.A., Shulgin D.N., Solomyany V.V., Sergiyenko V.B. Comparison of the Results of Stress Tests, Data from Single-Photon Emission Computed Tomography of the Myocardium and Coronary Angiography in Patients with Coronary Heart Disease. *Kardiologicheskiy Vestnik = Russian Cardiology Bulle.* 2012;7;2:10-16 (In Russ.).
7. Lishmanov Yu.B., Chernov V.I. *Natsionalnoye Rukovodstvo po Radiionuklidnoy Diagnostike* = National Guidelines for Radioisotope Diagnostics. Tomsk Publ., 2010 (In Russ.).
8. Oganov R.G., Fomina I.G. *Bolezni Serdtsa* = Heart Disease: A Guide for Doctors. Moscow, Litterra Publ., 2006. P. 1225–1242 (In Russ.).
9. Rudoy A.S., Zagashvili I.V. *Microvascular Angina. Voyennaya Meditsina.* 2013;1:143–148 (In Russ.).
10. Xiaoliang Shao, Xiaoliang Shao, Yuetao Wang, Ruijue Zhou, Jianfeng Wang. Characteristics of Coronary Artery Calcium in Chinese Patients with Suspected Coronary Artery Disease and Its Relationship with Myocardial Ischemia. *Journal of Nuclear Medicine.* 2016;57;2:339.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. В разработке концепции, дизайна, теоретической основы, модификаций методики исследования принимал участие Томашевский И.О. В сборе и анализе литературного материала, статистической обработке данных, написании и научном редактировании текста принимала участие Корникова О.С.

Поступила: 20.10.2023. Принята к публикации: 27.11.2023.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. I.O. Tomashevsky took part in the development of the concept, design, theoretical basis, modification of research methods. O. Kornikova took part in the collection and analysis of literary material, statistical data processing, writing and scientific editing of the text.

Article received: 20.10.2023. Accepted for publication: 27.11.2023.