

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОФЭКТ/КТ В ОБНАРУЖЕНИИ КОСТНЫХ МЕТАСТАЗОВ ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ПРОСТАТЫ

Е.А. Глушков^{1,2}, А.Г. Кисличко¹, М.С. Рамазанова^{1,2}

ГБОУ ВПО «Кировская государственная медицинская академия», г. Киров¹
КОГБУЗ «Кировский областной клинический онкологический диспансер»,
г. Киров²
610998, г. Киров, ул. К. Маркса, 112, e-mail: ujinvork@mail.ru¹

Аннотация

В исследовании сравнивалась эффективность метода ОФЭКТ/КТ с ОФЭКТ, ОСГ, КТ, стандартной рентгенографией в выявлении костных метастазов при раке молочной железы (РМЖ) и раке предстательной железы (РПЖ). Обследовано 72 больных РМЖ и 17 пациентов с РПЖ с высоким риском метастазирования в кости. Во всех случаях, независимо от результатов сканирования костей скелета, были выполнены ОФЭКТ/КТ, ОФЭКТ, ОСГ, КТ, стандартная рентгенография. У 33 (37,1 %) пациентов выявлены метастазы в кости. При оценке диагностической эффективности (чувствительность, специфичность, точность) в общей группе и в зависимости от нозологии установлено, что при ОФЭКТ/КТ получены статистически значимо более высокие показатели при диагностике метастазов РМЖ. Кроме того, использование данного метода способствовало изменению заключений ОФЭКТ и КТ о патологических изменениях скелета в 5 (6%) и 11 (12%) случаях соответственно.

Ключевые слова: рак молочной железы, рак предстательной железы, метастазы в кости, радионуклидная диагностика, диагностическая эффективность.

С каждым годом растет заболеваемость злокачественными новообразованиями, которые занимают второе место в общей структуре смертности. Несмотря на значительные достижения в диагностике и лечении, более 40 % впервые выявленных злокачественных новообразований имеют III–IV стадию. В структуре онкологической заболеваемости у мужчин опухоли предстательной железы занимают второе место (12,1 %), у женщин опухоли молочной железы остаются на первом месте (20,7 %) [1].

Кости скелета являются частой локализацией метастатического поражения и, следовательно, представляют собой важную клиническую мишень диагностического исследования. Патогенез костных метастазов складывается из диссеминации пролиферирующих опухолевых клеток в костную ткань, которые, взаимодействуя с местным микроокружением, стимулируют или ингибируют активность остеокластов и остеобластов [5].

Костные метастазы наиболее часто обнаруживают при метастатическом раке предстательной (РПЖ) и молочной железы (РМЖ). Накопленный клинический опыт показывает, что продолжительность и качество жизни пациентов с данной патологией зависят от своевременной диагностики и лечения, это, в свою очередь, диктует определенные требования к методам выявления метастатических очагов. Для метода радионуклидного сканирования костей давно доказана диагностическая эффектив-

ность, преимуществами сцинтиграфии являются высокая чувствительность, ограниченная лучевая нагрузка, неинвазивность [3].

Неинвазивные методы лучевой диагностики определяют молекулярные, функциональные и морфологические изменения в костной и мягкотканной структурах. В определении костной патологии с успехом используются анатомические (рентгенография костей скелета, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ)) и функциональные (остеосцинтиграфия (ОСГ), однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)) лучевые методы. Совмещение анатомических и функциональных методик (ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, ОФЭКТ/КТ) ознаменовало эру мультимодальной визуализации. Клиническое использование позитронно-эмиссионной томографии довольно ограничено ввиду известных трудностей в получении короткоживущих радионуклидов.

Напротив, ОФЭКТ/КТ позволяет быстро выполнить исследование с высоким качеством изображения. Метод нашел применение в онкологической, кардиологической, неврологической практике, где результаты только ОФЭКТ были неубедительными [4]. Высокая диагностическая эффективность ОФЭКТ/КТ в онкологии определяется возможностью разграничивать доброкачественные процессы в костях скелета от злокачественных, в том числе метастатических [6]. Ряд исследований, прове-

денных для оценки эффективности ОФЭКТ/КТ в диагностике костных метастазов, показали высокий уровень чувствительности и специфичности метода [2, 9–12, 15]. Возможности совмещенной технологии облегчают интерпретацию сканограмм, что, в конечном итоге, способствует снижению доли неопределенных заключений [7, 8, 13, 14].

Целью исследования явилось определение диагностической эффективности ОФЭКТ/КТ в сравнении с ОФЭКТ, ОСГ, КТ, стандартной рентгенографией в выявлении костных метастазов у больных раком молочной железы и простаты.

Материал и методы

Исследование проводилось на кафедре онкологии Кировской государственной медицинской академии с 2010 по 2014 г., на базе Кировского областного клинического онкологического диспансера с помощью комбинированной диагностической системы «AnyScan» фирмы Mediso (спиральный 16-срезовый компьютерный томограф с 2-детекторной гамма-камерой), установленной в отделении радионуклидной диагностики с предварительным введением пациентам радиофармпрепаратов на основе технеция (^{99m}Tc) – фосфотех, пирфотех.

Для оценки показателей диагностической эффективности ОФЭКТ/КТ, ОФЭКТ, ОСГ, КТ, рентгенографии костей скелета были обследованы 89 больных РМЖ и РПЖ с высоким риском метастазирования в кости скелета. Обследование проводилось до начала, в процессе или по окончании специального лечения, а также при появлении болевого синдрома со стороны костной системы. Таким образом, в выборку были включены пациенты с впервые диагностированной генерализованной опухолью, а также с явлениями прогрессирования заболевания после лечения. Из них было 72 больных РМЖ и 17 пациентов с РПЖ. Возраст больных варьировал в пределах от 35 до 85 лет. Во всех случаях диагноз был верифицирован гистологически. У 72 (80 %) пациентов до обследования наблюдались симптомы в виде болей, ограничения движений со стороны костной системы.

Независимо от результатов сканирования всем больным рутинно выполнялись ОФЭКТ/КТ, ОФЭКТ, ОСГ, КТ, стандартная рентгенография. Для оценки значимости различий между показателями диагностической эффективности различных методов исследования рассчитывался критерий точности t по формуле для относительных величин:

$$t = \frac{P_1 - P_2}{m_1^2 + m_2^2},$$

где P_1 , P_2 – параметры эффективности; m_1 , m_2 – средние ошибки;

$$m = \frac{P_q}{n},$$

где $q = 100 - P$; n – число наблюдений. При $t \geq 2$ безошибочный прогноз 95% и более ($p > 95,0\%$).

Результаты и обсуждение

Проведенное обследование выявило метастатическое поражение у 33 из 89 пациентов. При РМЖ метастазы в кости выявлены у 27 из 72, при РПЖ – у 6 из 17 больных. В 16 (48 %) случаях был диагностирован единичный метастатический очаг, в 17 (52 %) определялись множественные участки повреждения костных структур. Результаты диагностики ОФЭКТ и КТ в отдельности сравнили с данными, полученными при помощи гибридного метода. Выяснилось, что в первом случае у 2 (4 %) из 54 пациентов ОФЭКТ/КТ позволил выявить недиагностированные метастазы, а у 3 (9 %) из 35 исключить поражение костей. В свою очередь, из 58 пациентов без метастазов (по данным КТ) в 7 (12 %) случаях методом ОФЭКТ/КТ были выявлены опухолевые очаги и у 4 (13%) из 31 опровернуты метастатические изменения скелета.

Все результаты сканирований были разделены на истинно- (ИП), ложноположительные (ЛП) и истинно- (ИО), ложноотрицательные (ЛО) (табл. 1–3). При этом использовались стандартные показатели диагностической эффективности: чувствительность (Se), специфичность (Sp), точность (Ac), прогностическая ценность положительного результата (ПЦПР), прогностическая ценность отрицательного результата (ПЦОР), отношение правдоподобия для положительного результата (ОППР), отношение правдоподобия для отрицательного результата (ОПОР). Предположив, что данные, полученные в группах больных РМЖ и РПЖ, могут различаться, нами проведены вычисления как в общей группе, так и в каждой подгруппе отдельно по нозологии (табл. 4–6).

При анализе установлена высокая диагностическая эффективность гибридного метода. При этом получены исключительно высокие показатели чувствительности, специфичности, точности у больных РМЖ. Полученные результаты совпадают с данными литературы. В частности, А.К. Kuisma et al. [9] определили чувствительность и точность ОФЭКТ/КТ, равные 77 % и 89 % соответственно, в исследовании Z. Zhao et al. [12] аналогичные показатели достигали 98,4 % и 95,7 % соответственно, а специфичность – 93,6 %.

При сравнительном анализе вышеупомянутых диагностических характеристик были получены значимые различия в показателях чувствительности как в общей группе, так и в подгруппах больных РМЖ и РПЖ ($p=0,01$), исключение составляли сравнения ОФЭКТ/КТ с ОФЭКТ и ОСГ ($p>0,05$). При анализе показателей специфичности различия оказались значимыми в общей группе и в группе РМЖ при сравнении ОФЭКТ/КТ с ОСГ и стандартной рентгенографией ($p=0,01$), тогда как при сопоставлении ОФЭКТ и КТ показатели зна-

Таблица 1

Оценка результатов диагностических исследований в общей группе больных

Метод диагностики	Результаты			
	ИП	ЛП	ИО	ЛО
ОФЭКТ/КТ	33 (37,1 %)	1 (1,1 %)	55 (61,9 %)	0 (0,0 %)
ОФЭКТ	32 (35,9 %)	3 (3,4 %)	52 (58,4 %)	2 (2,2 %)
ОСГ	30 (33,7 %)	13 (14,6 %)	42 (47,2 %)	4 (4,5 %)
КТ	27 (30,3 %)	4 (4,5 %)	51 (57,3 %)	7 (7,9 %)
Рентгенография	14 (15,7 %)	19 (21,3 %)	36 (40,5 %)	20 (22,5 %)

Таблица 2

Оценка результатов диагностических исследований у больных РМЖ

Метод диагностики	Результаты			
	ИП	ЛП	ИО	ЛО
ОФЭКТ/КТ	27 (37,5 %)	0 (0,0 %)	45 (62,5 %)	0 (0,0 %)
ОФЭКТ	26 (36,1 %)	2 (2,8 %)	42 (58,3 %)	2 (2,8 %)
ОСГ	24 (33,3 %)	10 (13,8 %)	34 (47,2 %)	4 (5,5 %)
КТ	24 (33,4 %)	1 (1,3 %)	43 (59,8 %)	4 (5,5 %)
Рентгенография	11 (15,2 %)	13 (18,1 %)	31 (43,1 %)	17 (23,6 %)

Таблица 3

Оценка результатов диагностических исследований у больных РПЖ

Метод диагностики	Результаты			
	ИП	ЛП	ИО	ЛО
ОФЭКТ/КТ	6 (35,3 %)	1 (5,9 %)	10 (58,8 %)	0 (0,0 %)
ОФЭКТ	6 (35,3 %)	1 (5,9 %)	10 (58,8 %)	0 (0,0 %)
ОСГ	6 (35,2 %)	3 (17,6 %)	8 (47,2 %)	0 (0,0 %)
КТ	3 (17,6 %)	3 (17,6 %)	8 (47,2 %)	3 (17,6 %)
Рентгенография	3 (17,6 %)	6 (35,2 %)	5 (29,5 %)	3 (17,6 %)

Таблица 4

Показатели диагностической эффективности в общей группе больных

Показатель	Метод диагностики				
	ОФЭКТ/КТ	ОФЭКТ	ОСГ	КТ	Рентгенография
Se	100	91	88	79	41
Sp	98	94	76	92	65
Ac	98	94	80	87	56
ПЦПР	97	92	69	87	42
ПЦОР	100	96	91	88	64
ОППР	50	15,1	3,66	9,87	1,17
ОПОР	0	0,09	0,15	0,23	0,91

Таблица 5

Показатели диагностической эффективности у больных РМЖ

Показатель	Метод диагностики				
	ОФЭКТ/КТ	ОФЭКТ	ОСГ	КТ	Рентгенография
Se	100	92	85	79	39
Sp	100	95	72	97	70
Ac	100	94	80	93	58
ПЦПР	100	92	70	96	45
ПЦОР	100	95	89	91	64
ОППР	-	18,4	3,03	28	1,3
ОПОР	0	0,08	0,2	1,66	0,87

Таблица 6

Показатели диагностической эффективности у больных РПЖ

Показатель	Метод диагностики				
	ОФЭКТ/КТ	ОФЭКТ	ОСГ	КТ	Рентгенография
Se	100	100	100	50	50
Sp	90	90	72	72	45
Ac	94	94	82	64	47
ПЦПР	85	85	66	50	50
ПЦОР	100	100	100	72	62
ОППР	10	10	3,57	1,78	0,9
ОПОР	0	0	0	0,69	1,11

чимо не отличались ($p>0,05$). В подгруппе больных РПЖ также значимых различий специфичности не получено. При оценке точности диагностических методов в общей группе статистически значимая разность не достигнута при сравнении ОФЭКТ/КТ с ОФЭКТ ($p>0,05$), в остальных случаях она равнялась $p=0,01$. У больных РПЖ статистически значимыми данными оказались лишь результатами сравнения ОФЭКТ/КТ с КТ и стандартной рентгенографией. У больных РМЖ значимость достигнута во всех случаях.

Кроме того, метод ОФЭКТ/КТ показал лучшие результаты при анализе других характеристик. В частности, вероятность наличия заболевания, при положительном результате исследования, составляла от 85 до 100 %, вероятность отсутствия заболевания при отрицательном результате – 100 %, при положительном результате вероятность быть больным в 10–50 раз превышает вероятность быть здоровым, а при отрицательном результате вероятность быть больным равна нулю.

Эффективность предложенного диагностического подхода подтверждается клиническим примером.

Пациентка С., 1953 г.р., диагноз: Рак правой молочной железы IIb стадии ($T_2N_1M_0$), состояние после радикальной мастэктомии по Маддену. На момент обследования проводится адъювантная лучевая терапия, гормонотерапия. Больной проведена остеосцинтиграфия в режиме «все тело», при которой определяется гиперфиксация и неоднородность накопления РФП в проекции крестца, правом крестцово-подвздошном сочленении и на уровне 9–10 грудных позвонков. Имеется умеренно повышенное накопление РФП в проекции крупных суставов. Определяется фиксация РФП в проекции щитовидной железы (рис. 1). Проведена ОФЭКТ/КТ нижнегрудного, поясничного отделов позвоночника, крестца (рис. 2). По данным КТ очаги гиперфиксации соответствуют участкам уплотнения костной ткани правой подвздошной кости, седалищной кости, тела S1, дегенеративно-дистрофические изменения нижнегрудного отдела позвоночника. Заключение: скintiграфические и рентгенологические признаки метастатического поражения костей таза.

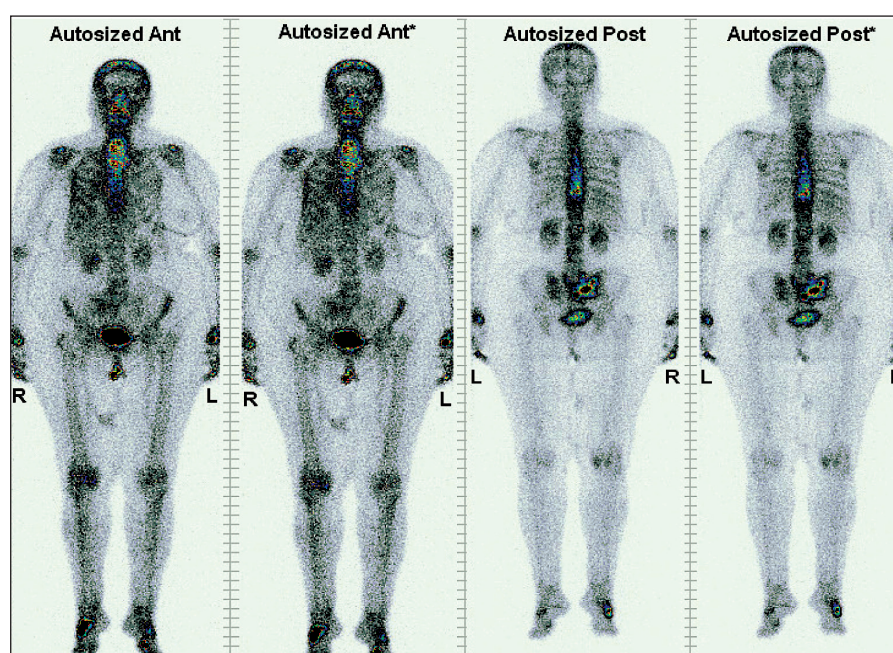


Рис. 1. Остеосцинтиграфия в режиме «все тело»

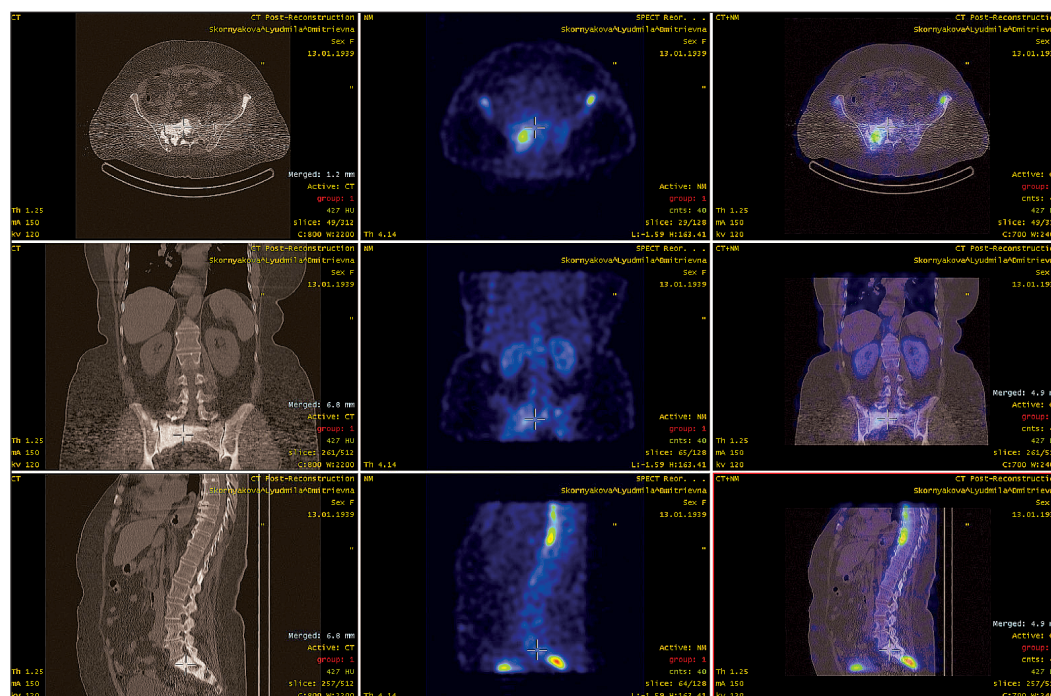


Рис. 2. ОФЭКТ/КТ поясничного отдела позвоночника и костей таза

Заключение

Таким образом, гибридный метод ОФЭКТ/КТ обладает лучшими показателями диагностической эффективности, чем радионуклидная и рентгеновская технология в отдельности. Использование данного метода способствовало изменению заключений ОФЭКТ и КТ о патологических изменениях скелета в 5 (6 %) и 11 (12 %) случаях соответственно. Наиболее статистически значимые преимущества эффективности ОФЭКТ/КТ получены при диагностике костных метастазов у больных РМЖ. Для полноценной оценки показате-

телей диагностической эффективности у больных РПЖ с метастазами в кости необходимо включение большего числа наблюдений.

В целом, высокая эффективность ОФЭКТ/КТ подтверждается обнаружением метастатических очагов в костной ткани в наиболее сложных диагностических ситуациях, что позволяет сократить число ложных и неопределенных заключений. Высокая разрешающая способность метода обеспечивает диагностику патологических очагов, находящихся за пределами возможностей других методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев М.Д., Степанова А.М., Мусаев Э.Р., Валиев А.К., Гумеров С.Л. Метастатическое поражение позвоночника у больных раком молочной железы. Факторы прогноза // Сибирский онкологический журнал. 2015. № 3. С. 61–67.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность). М., 2014. 250 с.
3. Brenner A.I., Koshy J., Morey J., Lin C., Di Poce J. The Bone Scan // Semin. Nucl. Med. 2012. Vol. 42 (1). P. 11–26. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2011.07.005.
4. Buck A.K., Nekolla S., Ziegler S., Beer A., Krause B.J., Herrmann K., Scheidhauer K., Wester H.-J., Rummeny E.J., Schwaiger M., Drzezga A. SPECT/CT // J. Nucl. Med. 2008. Vol. 49 (8). P. 1305–1319. doi: 10.2967/jnumed.107.050195.
5. Callstrom M.R., Charboneau J.W. Image-guided palliation of painful metastases using percutaneous ablation // Tech. Vasc. Interv. Radiol. 2007. Vol. 10 (2). P. 120–131.
6. Gnanasegaran G., Barwick T., Adamson K., Mohan H., Sharp D., Fogelman I. Multislice SPECT/CT in Benign and Malignant Bone Disease: When the Ordinary Turns Into the Extraordinary // Semin. Nucl. Med. 2009. Vol. 39 (6). P. 431–442. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2009.07.005.
7. Gnanasegaran G., Cook G., Adamson K., Fogelman I. Patterns, Variants, Artifacts, and Pitfalls in Conventional Radionuclide Bone Imaging and SPECT/CT // Semin. Nucl. Med. 2009. Vol. 39 (6). P. 380–395. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2009.07.003.
8. Hassan F.U., Mohan H.K., Gnanasegaran G., Vijayanathan S., Fogelman I. Beware of the focal uptake at the ischium on the bone scan in prostate cancer // Nucl. Med. Commun. 2011. Vol. 32 (4). P. 320–323. doi: 10.1097/MNM.0b013e328342ff50.
9. Helyar V., Mohan H.K., Barwick T., Livieratos L., Gnanasegaran G., Clarke S.E., Fogelman I. The added value of multislice SPECT/CT in patients with equivocal bony metastasis from carcinoma of the prostate // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2010. Vol. 37 (4). P. 706–713. doi: 10.1007/s00259-009-1334-3.
10. Iqbal B., Currie G.M., Wheat J.M., Raza H., Kiat H. The Incremental Value of SPECT/CT in Characterizing Solitary Spine Lesions // J. Nucl. Med. Technol. 2011. Vol. 39 (3). P. 201–207. doi: 10.2967/jnmt.111.088351.
11. Jambor I., Kuisma A., Ramadan S., Huovinen R., Sandell M., Kajander S., Kemppainen J., Kauppila E., Auren J., Merisaari H., Saunavaara J., Noponen T., Minn H., Aronen H.J., Seppänen M. Prospective evaluation of planar bone scintigraphy, SPECT, SPECT/CT, 18F-NaF PET/CT and whole body 1.5T MRI, including DWI, for the detection of bone metastases in high risk breast and prostate cancer patients: SKELETA clinical trial // Acta Oncol. 2015. Vol. 2. P. 1–9. [Epub ahead of print]
12. Mari Aparici C., Seo Y. Functional Imaging for Prostate Cancer: Therapeutic Implications // Semin. Nucl. Med. 2012. Vol. 42 (5). P. 328–342. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2012.04.004.
13. Papathanassiou D., Bruna-Muraille C., Jouannaud C., Gagneux-Lemoussu L., Eschard J.P., Liehn J.C. Single-photon emission computed tomography combined with computed tomography (SPECT/CT) in bone diseases // Joint Bone Spine. 2009. Vol. 76 (5). P. 474–480. doi: 10.1016/j.jbspin.2009.01.016.
14. Zhang Y., Shi H., Cheng D., Jiang L., Xiu Y., Li B., Gu Y., Chen S. Added value of SPECT/spiral CT versus SPECT in diagnosis

ing solitary spinal lesions in patients with extraskelatal malignancies // Nucl. Med. Commun. 2013. Vol. 34 (5). P. 451–458. doi: 10.1097/MNM.0b013e32835fa552.

15. Zhang Y., Shi H., Gu Y., Xiu Y., Li B., Zhu W., Chen S., Yu H. Differential diagnostic value of single-photon emission computed tomography/spiral computed tomography with Tc-99m-methylene diphosphonate in

patients with spinal lesions // Nucl. Med. Commun. 2011. Vol. 32 (12). P. 1194–1200. doi: 10.1097/MNM.0b013e32834bd82e.

16. Zhao Z., Li L., Li F., Zhao L. Single photon emission computed tomography/spiral computed tomography fusion imaging for the diagnosis of bone metastasis in patients with known cancer // Skeletal Radiol. 2010. Vol. 39 (2). P. 147–153. doi: 10.1007/s00256-009-0764-0.

Поступила 13.04.15

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Глушков Евгений Александрович, аспирант кафедры онкологии, Кировская государственная медицинская академия. E-mail: ujinvork@mail.ru. SPIN-код: 7561-7349.

Кисличко Анатолий Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии, Кировская государственная медицинская академия.

Рамазанова Мадина Султановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии, Кировская государственная медицинская академия. E-mail: ramazanovam@inbox.ru. SPIN-код: 7161-5909.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, о котором необходимо сообщить

THE DIAGNOSTIC EFFICACY OF SPECT/CT IN DETECTION OF BONE METASTASES IN PATIENTS WITH BREAST AND PROSTATE CANCER

E.A. Glushkov^{1,2}, A.G. Kislichenko¹, M.S. Ramazanova^{1,2}

Kirov State Medical Academy, Kirov¹

Kirov Regional Clinical Oncology Center, Kirov²

112, K. Marx Street, 610998-Kirov, Russia, e-mail: ujinvork@mail.ru¹

Abstract

The present study was undertaken to evaluate the benefit of single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) over SPECT alone, osteoscintigraphy (OSG), CT and conventional X-ray for the detection of bone metastasis in patients with breast cancer (BC) and prostate cancer (PC). 72 BC patients and 17 PC patients at high risk of developing bone metastasis were examined by (SPECT/CT), SPECT, OSG, CT and conventional X-ray. Bone metastases were detected in 33 (37.1 %) patients. It was found that the diagnostic efficacy (sensitivity, specificity and accuracy) of SPECT/CT was significantly superior to that of the other types of imaging modalities in detection of bone metastases from BC. In addition, the combination of SPECT with CT resulted in a change in SPECT and CT findings on skeletal metastasis in 5 (6 %) and 11 (12 %) cases, respectively.

Key words: breast cancer, prostate cancer, bone metastases, nuclear medicine imaging, diagnostic efficacy.

REFERENCES

1. Aliev M.D., Stepanova A.M., Musaev E.R., Valiev A.K., Gutorov S.L. Spinal metastases in breast cancer patients. Prognostic factors // Sibirskij onkologicheskij zhurnal. 2015. № 3. P. 61–67. [in Russian]
2. Kaprin A.D., Starinskij V.V., Petrova G.V. Cancer incidence in Russia in 2012 (morbidity and mortality). Moscow, 2014. 250 p. [in Russian]
3. Brenner A.I., Koshy J., Morey J., Lin C., Di Poce J. The Bone Scan // Semin. Nucl. Med. 2012. Vol. 42 (1). P. 11–26. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2011.07.005.
4. Buck A.K., Nekolla S., Ziegler S., Beer A., Krause B.J., Herrmann K., Scheidhauer K., Wester H.-J., Rummeny E.J., Schwaiger M., Drzezga A. SPECT/CT // J. Nucl. Med. 2008. Vol. 49 (8). P. 1305–1319. doi: 10.2967/jnumed.107.050195.
5. Callstrom M.R., Charboneau J.W. Image-guided palliation of painful metastases using percutaneous ablation // Tech. Vasc. Interv. Radiol. 2007. Vol. 10 (2). P. 120–131.
6. Gnanasegaran G., Barwick T., Adamson K., Mohan H., Sharp D., Fogelman I. Multislice SPECT/CT in Benign and Malignant Bone Disease: When the Ordinary Turns Into the Extraordinary // Semin. Nucl. Med. 2009. Vol. 39 (6). P. 431–442. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2009.07.005.
7. Gnanasegaran G., Cook G., Adamson K., Fogelman I. Patterns, Variants, Artifacts, and Pitfalls in Conventional Radionuclide Bone Imag-

ing and SPECT/CT // Semin. Nucl. Med. 2009. Vol. 39 (6). P. 380–395. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2009.07.003.

8. Hassan F.U., Mohan H.K., Gnanasegaran G., Vijayanathan S., Fogelman I. Beware of the focal uptake at the ischium on the bone scan in prostate cancer // Nucl. Med. Commun. 2011. Vol. 32 (4). P. 320–323. doi: 10.1097/MNM.0b013e328342ff50.

9. Helyar V., Mohan H.K., Barwick T., Livieratos L., Gnanasegaran G., Clarke S.E., Fogelman I. The added value of multislice SPECT/CT in patients with equivocal bony metastasis from carcinoma of the prostate // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2010. Vol. 37 (4). P. 706–713. doi: 10.1007/s00259-009-1334-3.

10. Iqbal B., Currie G.M., Wheat J.M., Raza H., Kiat H. The Incremental Value of SPECT/CT in Characterizing Solitary Spine Lesions // J. Nucl. Med. Technol. 2011. Vol. 39 (3). P. 201–207. doi: 10.2967/jnmt.111.088351.

11. Jambor I., Kuisma A., Ramadan S., Huovinen R., Sandell M., Kajander S., Kempainen J., Kauppila E., Auren J., Merisaari H., Saunavaara J., Noponen T., Minn H., Aronen H.J., Seppänen M. Prospective evaluation of planar bone scintigraphy, SPECT, SPECT/CT, 18F-NaF PET/CT and whole body 1.5T MRI, including DWI, for the detection of bone metastases in high risk breast and prostate cancer patients: SKELETA clinical trial // Acta Oncol. 2015. Vol. 2. P. 1–9. [Epub ahead of print]

12. *Mari Aparici C., Seo Y.* Functional Imaging for Prostate Cancer: Therapeutic Implications // *Semin. Nucl. Med.* 2012. Vol. 42 (5). P. 328–342. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2012.04.004.
13. *Papathanassiou D., Bruna-Muraille C., Jouannaud C., Gagneux-Lemoussu L., Eschard J.P., Liehn J.C.* Single-photon emission computed tomography combined with computed tomography (SPECT/CT) in bone diseases // *Joint Bone Spine.* 2009. Vol. 76 (5). P. 474–480. doi: 10.1016/j.jbspin.2009.01.016.
14. *Zhang Y., Shi H., Cheng D., Jiang L., Xiu Y., Li B., Gu Y., Chen S.* Added value of SPECT/spiral CT versus SPECT in diagnosing solitary spinal lesions in patients with extraskelatal malignancies // *Nucl. Med. Commun.* 2013. Vol. 34 (5). P. 451–458. doi: 10.1097/MNM.0b013e32835fa552.
15. *Zhang Y., Shi H., Gu Y., Xiu Y., Li B., Zhu W., Chen S., Yu H.* Differential diagnostic value of single-photon emission computed tomography/spiral computed tomography with Tc-99m-methylene diphosphonate in patients with spinal lesions // *Nucl. Med. Commun.* 2011. Vol. 32 (12). P. 1194–1200. doi: 10.1097/MNM.0b013e32834bd82e.
16. *Zhao Z., Li L., Li F., Zhao L.* Single photon emission computed tomography/spiral computed tomography fusion imaging for the diagnosis of bone metastasis in patients with known cancer // *Skeletal Radiol.* 2010. Vol. 39 (2). P. 147–153. doi: 10.1007/s00256-009-0764-0.

ABOUT THE AUTHORS

Glushkov Evgeny Alexandrovich, postgraduate, Kirov State Medical Academy. E-mail: ujinvork@mail.ru. SPIN-code: 7561-7349.

Kislichko Anatoly Grigorievich, MD, DSc, Professor, Head of Oncology Department, Kirov State Medical Academy.

Ramazanov Madina Sultanovna, MD, PhD, Associate professor, Oncology Department, Kirov State Medical Academy. E-mail: ramazanovam@inbox.ru. SPIN-code: 7161-5909.