

DOI: 10.18 027/2224-5057-2019-9-2-20-26

Цитирование: Кисличко А.Г., Рамазанова М.С. Применение однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с целью диагностики рака молочной железы. Злокачественные опухоли. 2019;9(2): 20–26

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, СОВМЕЩЕННОЙ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИЕЙ, С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

А.Г. Кисличко, М.С. Рамазанова

ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Киров, Россия

Резюме:

Цель исследования. Изучить эффективность применения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), с целью диагностики рака молочной железы (РМЖ).

Материалы и методы. Проведено 44 обследования с применением ОФЭКТ/КТ 40 женщинам со злокачественными новообразованиями молочных желез.

Результаты исследования. Полученные данные позволили нам рассчитать характеристики метода ОФЭКТ/КТ при оценке первичной опухоли. Чувствительность метода составила 88,1%, специфичность — 78,3%, диагностическая точность — 88,0%. Аналогичные показатели при определении метастатического поражения лимфатических узлов составили, соответственно, 87,3%, 76,8% и 86,9%, отдаленных метастазов — 82,6%, 73,1% и 81,4%.

Заключение. ОФЭКТ/КТ является одним из наиболее точных методов оценки первичной опухоли, поражения лимфатических узлов и отдаленных метастазов при РМЖ.

Ключевые слова: рак молочной железы, метастазы, сцинтиграфия, ОФЭКТ/КТ, компьютерная томография

.....

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) — одно из самых распространенных онкологических заболеваний: ежегодно в мире он регистрируется более чем у 2 млн. женщин, из которых 627 тысяч умирают в течение первого года после установления диагноза [1, 2, 3].

Последние десятилетия характеризуются пересмотром хирургических подходов к лечению и реабилитации больных РМЖ. Разрабатываются альтернативные радикальным мастэктомиям методы хирургического лечения: органосохраняющие и реконструктивно-пластические операции, повышается эффективность комбинаций оперативных вмешательств с лучевой, химио- и гормональной терапией [4, 5].

Одной из причин высокой смертности от рака молочной железы является позднее выявление этих опухолей. В настоящее время до 80% больных РМЖ обнаруживают у себя опухоль при самообследовании. При отсутствии скрининга 30–40% случаев заболевания диагностируется уже в III–IV стадиях [6, 7].

На сегодняшний день общепризнанным является положение о том, что выбор адекватной тактики лечения и уровень выживаемости при РМЖ коррелируют с точностью и своевременностью диагностики первичной опухоли, а также регионарной и отдаленной распространенностью онкологического процесса. Следует отметить, что, несмотря на большое количество сообщений, посвященных различным аспектам лучевой диагностики заболеваний молочных желез, дискуссия о роли и значении каждого метода в различных клинических ситуациях продолжается и в настоящее время [8, 9]. Актуальным остается вопрос о преимуществах различных методов лучевой диагностики и о выборе той или иной методики с целью выявления первичной опухоли, регионарных и отдаленных метастазов, а также определения эффективности комплексного лечения.

В статье представлены результаты исследования, направленного на изучение эффективности применения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), с целью диагностики РМЖ.

Материалы и методы исследования

В нашем исследовании мы провели 44 обследования с применением ОФЭКТ/КТ 40 женщинам со злокачественными новообразованиями молочных желез. У всех пациенток результаты клинических и лучевых методов диагностики были подтверждены данными гистологического исследования. Двадцать три женщины из общего числа обследованных с помощью ОФЭКТ/КТ находились в репродуктивном возрасте, 21 пациентка — в менопаузе. Распределение обследуемых по возрасту приведено в табл. 1.

Методика ОФЭКТ заключается в выполнении серии скинтиграмм в результате программно-управляемого вращения двух детекторов томографа вокруг продольной оси тела больного, после чего полученные данные обрабатываются с помощью персонального компьютера. После этого выполняется реконструкция фронтальных, аксиальных и сагиттальных срезов при помощи специальных алгоритмов. По завершении реконструкции проводится объемное совмещение изображений.

Сама методика выполнения ОФЭКТ/КТ включала несколько условных этапов:

1. Внутривенное вводился 99мТс-Технетрил (МИБИ) с активностью от 550 до 700 МБк.
2. После двухчасовой экспозиции выполняли планарные снимки в передней и двух боковых проекциях.
3. Выполняли ОФЭКТ/КТ молочных желез и регионарных лимфоузлов. При этом применяли гибридную систему AnyScan SC (DHV/CT) (MEDISO MEDICAL IMAGING SYSTEMS, Япония), оснащенную 16-срезовым мультиспиральным компьютерным томографом на 32 проекциях, с временным интервалом 40 секунд на одну проекцию. Толщина среза составляла 2 мм.

Результаты исследования

Результаты проведения ОФЭКТ/КТ позволили оценить состояние кожных покровов и внутренней архитектоники МЖ у обследуемых больных. Так, утолщение кожных покровов было выявлено у 17 (42,5%) женщин, деформация

Таблица 2. Состояние кожи и окружающих тканей в области новообразования МЖ (n=40)

Характеристики		Количество	
		Абс.	%
Наличие изменений кожи	Нет	23	57,5
	Утолщение кожи	17	42,5
Контур кожи	Нормальный	30	75,0
	Деформирован	10	25,0
Состояние окружающих тканей	Не изменены	5	12,5
	Нарушения структуры	35	87,5

Таблица 1. Возрастной состав исследуемой группы пациенток (n=40)

Возраст	Число пациенток	
	Абс.	%
Меньше 31	2	5
31–40	5	12,5
41–50	9	22,5
51–50	13	32,5
Больше 60	11	27,5

контура кожи над опухолью, обусловленная развившимся лимфангитом, отмечена у 10 (25,0%) пациенток.

В 7 (15,0%) случаях была отмечена деформация контура большой грудной мышцы на стороне опухолевого поражения. Почти у одной трети пациенток — 13 случаев (32,5%) — наблюдалось расширение протоков МЖ и наличие жидкостного содержимого в них.

Состояние окружающих тканей по данным исследования не было изменено только у 5 женщин (12,5%), тогда как нарушения структуры тканей, окружающих опухоль, было выявлено у абсолютного большинства — 35 пациенток (87,5%) (табл. 2).

По отношению опухоли к окружающим тканям было выделено 2 типа роста новообразований: с инфильтрирующим и экспансивным ростом, которые были отмечены, соответственно, у 29 (72,5%) и 11 (25,5%) пациенток. Инфильтрирующий тип роста был характерен для протокового рака, в то время как опухоли с экспансивным типом роста чаще наблюдались в случаях железистого и медуллярного рака.

Важным критерием дифференциальной диагностики РМЖ является ориентация образования. Так, у 29 (72,5%) пациенток радиальный размер образования превышал поперечный (табл. 3). Обратным было соотношение лишь

Таблица 3. Характеристики образования в молочной железе (n=40)

Характеристики		Количество	
		Абс.	%
Количество образований в одной железе	Единичные	18	45,0
	Множественные	22	55,0
Структура	Однородная	5	12,5
	Неоднородная	35	87,5
Ориентация (соотношение продольного размера и поперечного)	Равна	5	12,5
	Меньше	29	72,5
	Больше	2	5,0
Форма	Овальная	3	7,5
	Округлая	10	25,0
	Неправильная	27	67,5
Контур	Четкие ровные	2	5,0
	Нечеткие ровные	3	7,5
	Четкие неровные	7	17,5
	Нечеткие неровные	28	70,0

Собственные исследования

в 2 случаях (5,0%), равными были эти размеры у 5 женщин (12,5%). У 4 (10,0%) больных, преимущественно при инфильтрирующем внутрипротоковом распространении опухоли, определить ориентацию образования не представлялось возможным.

По данным ОФЭКТ/КТ внутренняя структура новообразования у больных была неоднородной у абсолютного большинства — 87,5% (35 пациенток), с наличием участков повышения рентгенологической плотности за счет кальцинатов и некроза. Структура образования была однородной лишь в 5 случаях — у 12,5% женщин, что было характерно для некоторых слизееобразующих, протоковых и медуллярных типов РМЖ. Для оценки природы новообразования выполняли анализ постконтрастных изображений и постпроцессорную обработку, а также оценивали васкуляризацию образований.

Форма образования определялась соотношением этих размеров, при этом у 27 (67,5%) женщин отмечались образования неправильной формы, округлой — в 10 (25,0%) случаях, у 3 пациенток (7,5%) выявлена овальная форма образования. Контуры образований у большинства женщин — 28 (70,0%) были нечеткими и неровными, у 17,5% (7 пациенток) — неровные, но достаточно четкие. Полностью видимые границы новообразований отмечены только в 2 (5,0%) случаях, что, как правило, является характерным признаком опухоли медуллярного типа. Наконец, нечеткими ровными были контуры у 3 женщин — в 7,5% случаев.

В целом, оценка семиотики РМЖ с помощью ОФЭКТ/КТ показала, что у 17 (42,5%) больных были выявлены проявления вариантов диффузного фиброаденоматоза, что затрудняло выявление новообразования другими методами диагностики.

Как следует из данных, представленных в табл. 4, у 14 пациенток (35,0%) отмечалось наличие гипоинтенсивных участков в структуре новообразований, что соответствовало выявленным при рентгеновской маммографии кальцинатам.

Усиление сосудистой сети наблюдалось у большинства пациенток — в 29 случаях (70,0%).

Таблица 4. Характеристики опухоли при использовании ОФЭКТ/КТ (n=40)

Характеристики		Количество	
		Абс.	%
Интенсивность на пре-контрастных изображениях	Гипо-	14	35,0
	Изо-	26	65,0
	Гипер-	1	2,5
Накопление КВ	Есть	37	92,5
	Нет (незначительное)	3	7,5
Характер накопления контрастного вещества	Гомогенное	2	5,0
	Гетерогенное	12	30,0
	Кольцевидное	26	65,0
Усиление сосудистой сети	Нет	11	30,0
	Есть	29	70,0

Следует отметить, что по интенсивности МР-сигнала на пре-контрастных изображениях новообразования была выявлена преимущественно изоинтенсивная структура — в 26 случаях (62,5%). Гипоинтенсивная структура отмечалась почти в 2 раза реже — у 14 пациенток (30,0%), гиперинтенсивная структура была только в 1 случае (2,5%).

В 95,0% случаев (38 больных) образование интенсивно накапливало парамагнитное контрастное вещество, преимущественно по периферии, лишь в 2 случаях (5,0%) было отмечено незначительное накопление КВ. При гистологическом исследовании было установлено, что данный вариант характерен для инфильтративных протоковых и слизееобразующих карцином небольшого размера.

Оценка характера накопления КВ показала, что в большинстве случаев оно было кольцевидным — у 26 (65,0%) пациенток, примерно в одной трети случаев отмечали гетерогенный характер контрастирования — у 12 (30,0%) женщин, и лишь в 2 случаях (5,0%) накопление КВ было гомогенным.

Использование режима исследования ОФЭКТ/КТ, в том числе с контрастным усилением, позволило обобщить рентгенологическую семиотику РМЖ. В большинстве случаев она характеризовалась нарушениями внутренней архитектоники молочной железы, инфильтрирующим типом роста, неправильной формой с преобладанием поперечного размера, неровными нечеткими контурами, неоднородной внутренней КТ-структурой. На пре-контрастных КТ-изображениях отмечался преимущественно изо- или гипоинтенсивный КТ-сигнал, а также характерной чертой было интенсивное накопление контрастного вещества.

В целом комплексное исследование молочных желез с помощью ОФЭКТ/КТ с применением вводимого внутривенно ^{99m}Tc-Технетрилом (МИБИ) активность 550–700 МБк и использованием планарных снимков в трех проекциях позволяет выявить ряд признаков морфологической структуры РМЖ, оценить новообразование по некоторым важным критериям, которые могут свидетельствовать о злокачественной природе образования.

В то же время исследование показало, что изменения ряда характеристик применимы не во всех случаях, ни одно из них не является единственным вариантом проявления злокачественного образования.

При гистологическом исследовании у 30 (75,0%) женщин из 40 пациенток с РМЖ было выявлено поражение регионарных лимфатических узлов, среди них:

- подмышечных — у 15;
- подключичных — у 3;
- парастеральных — в 2 случаях;
- поражение интра- и парамаммарных лимфоузлов выявлено у 10 (30,0%) пациенток.

Распределение пациенток с РМЖ в зависимости от локализации пораженных лимфатических узлов представлено на рис. 1.

Поражение нескольких групп лимфатических узлов было выявлено в 4 случаях (13,3%), двустороннее поражение подмышечных узлов — у 6 (20,0%) больных.

Достоверными признаками поражения лимфатических узлов являются увеличение размеров и изменение внутренней структуры, а также накопление ими КВ. Было установлено, что у большинства пациенток — в 23 случаях (76,6%) — определялось неравномерное утолщение кортикального слоя узла с потерей его внутренней дифференцировки.

Единичные лимфатические узлы были выявлены в 10 случаях (33,3%), множественные — у 14 женщин (46,7%).

У абсолютного большинства пациенток (24 случая, 80,0%) размеры лимфатических узлов составили более 10 мм, у 6 женщин (20,0%) — менее 10 мм.

Форма пораженных лимфатических узлов в большинстве случаев была округлой (15 пациенток, 50,0%), в 6 случаях (20,0%) — овальной и у 9 пациенток (30,0%) — неправильной.

Контур узла были преимущественно четкими и неровными — у 16 женщин (53,3%), четкими и ровными — у 6 (20,0%) пациенток. Нечеткие контуры лимфатических узлов были выявлены в 8 случаях (26,7%). Нарушения внутренней дифференцировки пораженного лимфатического узла были отмечены у 22 женщин — в 73,3% случаев, тогда как обычной была структура у 8 пациенток (26,7%).

Отек клетчатки вокруг лимфатического узла был выявлен у 13 пациенток (43,3%), в то же время этот признак не обнаружился в 17 случаях (56,7%).

Распределение больных в соответствии с характеристиками пораженных лимфатических узлов, выявленных при проведении ОФЭКТ/КТ представлено в табл. 5.

Диаметр пораженных лимфатических узлов в наших наблюдениях составил от 8 мм до 52 мм, средний диаметр — $14,1 \pm 8,2$ мм.

Во всех случаях исследований с помощью ОФЭКТ/КТ с целью дифференциальной диагностики выполняли контрастирование. Пораженные лимфатические узлы у большинства женщин имели изоинтенсивный сигнал. Так, изоинтенсивность сигнала отмечена в 17 случаях (56,7%), гиперинтенсивность — у 12 пациенток (40,0%) и лишь в 1 случае (3,3%) — как гипоинтенсивность.

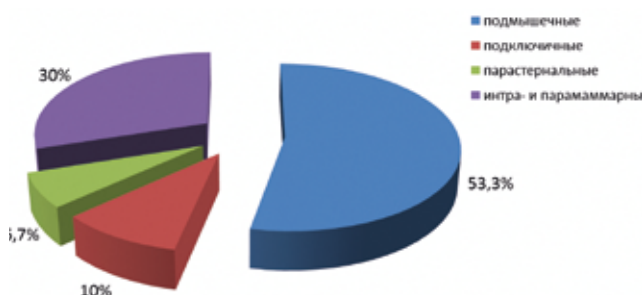


Рисунок 1. Распределение больных РМЖ в зависимости от локализации пораженных лимфатических узлов.

Таблица 5. Признаки поражения лимфатических узлов по данным проведения ОФЭКТ/КТ (n=30)

Характеристики		Количество	
		Абс.	%
Количество	Единичные (менее 3)	10	33,3
	Множественные (более 3)	14	46,7
	Двусторонние	6	20,0
Размеры	Менее 10 мм	6	20,0
	Более 10 мм	24	80,0
Форма	Овальная	6	20,8
	Округлая	15	50,0
	Неправильная	9	30,0
Контур	Четкие ровные	6	20,0
	Четкие неровные	16	53,3
	Нечеткие	8	26,7
Структура	Обычная	8	26,7
	Нарушения внутренней дифференцировки	22	73,3
Наличие отека клетчатки	Есть	13	43,3
	Нет	17	56,7

На преконтрастных изображениях интенсивность сигнала была оценена как изоинтенсивная в 25 случаях — у 83,3% пациенток, гипо- и гиперинтенсивными сигналы были в 3 (10,0%) и 2 (6,7%) случаях, соответственно.

Интенсивное накопление КВ наблюдалось более чем в половине случаев — у 17 женщин (56,7%) с поражением лимфатических узлов, а усиление сосудистой сети вокруг лимфатического узла отмечено у 14 пациенток (46,7%). Характеристика контрастирования пораженных лимфатических узлов при проведении ОФЭКТ/КТ представлена в табл. 6.

При сопоставлении данных патоморфологии нами были определены критерии поражения лимфатических узлов по данным ОФЭКТ/КТ у больных РМЖ. Было выявлено, что пораженные лимфатические узлы интенсивно накапливали контрастное вещество (более 100%) у 17 женщин (56,7%). В 22 случаях (73,3%) отмечался III тип накопления КВ, что характерно для злокачественного процесса. У 19 (63,3%) обследуемых пациенток лимфатические узлы

Таблица 6. Характеристика контрастирования пораженных лимфатических узлов при проведении ОФЭКТ/КТ у пациенток с РМЖ (n=30)

Характеристики		Количество	
		Абс.	%
Интенсивность сигнала при проведении контрастирования	Изоинтенсивная	17	56,7
	Гипоинтенсивная	1	3,3
	Гиперинтенсивная	12	40,0
Интенсивность сигнала до введения КВ	Изоинтенсивная	25	83,3
	Гипоинтенсивная	3	10,0
	Гиперинтенсивная	2	6,7
Интенсивное накопление КВ		17	56,7
Усиление сосудистой сети вокруг		14	46,7

Собственные исследования

накапливали КВ преимущественно по периферии с усилением сосудистой сети, при этом отмечались признаки диффузного отека окружающей клетчатки.

Усиление сосудистой сети вокруг лимфатического узла отмечалось в 14 случаях — у 46,7% женщин, в то же время у 10 женщин (33,3%) метастатически измененные лимфатические узлы были практически не васкуляризованными. Следует отметить, что у больных с тотально измененной структурой лимфатических узлов, гиповаскулярных, а также при множественном поражении нескольких групп определялись отдаленные метастазы. Это позволяло на основании данных исследования лимфатических узлов корректировать дальнейшую программу обследования пациентки с акцентом на выявление возможных отдаленных метастазов.

В целом проведенные исследования показали, что ОФЭКТ/КТ-критериями метастатически пораженного лимфатического узла при РМЖ являются: увеличение размеров, нарушение внутренней структуры узла, неравномерное утолщение кортикального слоя, округлая форма узла, выявление четких неровных контуров, наличие признаков неравномерного отека клетчатки вокруг лимфатического узла, неравномерное накопление (преимущественно по периферии лимфатического узла) КВ.

Наш опыт показал, что наибольшую сложность при использовании стандартных методов диагностики представляет выявление поражения парастернальных лимфоузлов. Этот вариант поражения предполагается при расположении опухоли во внутренних квадрантах, в связи с чем для оценки состояния внутригрудных лимфатических узлов, как правило, применяют мультиспиральную КТ и радионуклидные методы исследования.

Таким образом, результаты исследования по оценке возможностей ОФЭКТ/КТ в диагностике местной и регионарной распространенности РМЖ свидетельствуют о том, что данный метод является информативным методом диагностики определения Т-стадирования злокачественного процесса, оценки местного распространения и определения характера роста опухоли по сравнению со стандартными методами лучевой диагностики.

Информация об авторах

Анатолий Г. Кисличко, д.м.н., профессор кафедры онкологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Россия

Мадина С. Рамазанова, к.м.н., доцент кафедры онкологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Россия, e-mail: ramazanovam@inbox.ru

Применение ОФЭКТ/КТ с целью выявления отдаленных метастазов у больных РМЖ выявило следующую частоту поражений органов и систем:

- костная система — 10 случаев;
- легкие и плевра — 6 случаев;
- печень — 4 случая;
- головной мозг — 1 случай.

На рис. 2 отображено распределение пациентов в соответствии с частотой распространения отдаленных метастатических поражений различных органов и систем по данным ОФЭКТ/КТ.



Рисунок 2. Распределение больных РМЖ в зависимости от локализации отдаленных метастатических поражений.

Заключение

Проведенное исследование позволило определить эффективность применения ОФЭКТ/КТ с целью диагностики рака молочной железы. Полученные данные помогли нам рассчитать характеристики метода ОФЭКТ/КТ при оценке первичной опухоли. Чувствительность метода составила 88,1%, специфичность — 78,3%, диагностическая точность — 88,0%. Аналогичные показатели при определении метастатического поражения лимфатических узлов составили, соответственно, 87,3%, 76,8% и 86,9%, отдаленных поражений — 82,6%, 73,1% и 81,4%.

На наш взгляд, необходимо продолжить исследования, направленные на выявление диагностической ценности применения различных методов лучевой диагностики РМЖ.

DOI: 10.18027/2224-5057-2019-9-2-20-26

For citation: Kislichko A.G., Ramazanova M.S. Use of single-photon emission computed tomography and computed tomography fusion for breast cancer diagnosis. Malignant Tumours. 2019;9(2):20–26(In Russ)

USE OF SINGLE-PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY COMBINED WITH COMPUTED TOMOGRAPHY FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS

A.G. Kislichko, M.S. Ramazanova

Kirov State Medical University, Kirov, Russia

Abstract:

Objective. To evaluate the efficacy of single-photon emission computed tomography combined with computed tomography (SPECT-CT) in the diagnosis of breast cancer (BC).

Materials and methods. We performed 44 SPECT-CT examinations in 40 women with malignant breast neoplasms.

Study Results. The obtained data enabled us to calculate the characteristics of SPECT-CT in the evaluation of the primary tumor. The sensitivity, specificity, and diagnostic accuracy of the method were 88.1%, 78.3%, and 88.0%, respectively. When the method was used to detect nodal and distant metastases, these characteristics were 87.3%, 76.8%, 86.9% and 82.6%, 73.1%, 81.4%, respectively.

Conclusion. SPECT-CT is one of the most accurate methods to assess the primary tumor, lymph node involvement and distant metastases in BC.

Keywords: breast cancer, metastases, scintigraphy, SPECT-CT, computed tomography.

Information about the authors

Anatoly G. Kislichko, MD, PhD, DSc, Professor Department of Oncology Kirov State Medical University, Kirov, Russia.

Madina S. Ramazanova, MD, PhD, Assistant Professor Department of Oncology Kirov State Medical University, Kirov, Russia, e-mail: ramazanovam@inbox.ru

Литература / Reference

1. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В. Рак молочной железы. Биология, местное и системное лечение. – М.: СИМК, – 2014. – С. 298–341.
2. Godley K.C., Gladwell C., Murray P.J., Denton E. The UK breast screening program – what you need to know. Climacteric. 2017. – Vol. 20 (4). – P.313–320.
3. Kim S.J., Glasgow A.E., Watson K.S. et al. Gendered and Racialized Social Expectations, Barriers, and Delayed Breast Cancer Diagnosis. Cancer. 2018. – Sep 24. [Epub ahead of print].
4. Исмаилова Г.Н., Еремекбаева Б.А., Жусупова Б.Т. и соавт. Рак молочной железы: современные подходы диагностики и лечения / Клиническая медицина Казахстана, 2014 – № 4. – С. 10–19.
5. Каприна А.Д., Рожкова Н.И. Маммология: национальное руководство / М.: "ГЭОТАР-Медиа", 2016–496 с.
6. Brouwer O., Noe A., Olmos R., Bex A. Lymphatic drainage from renal cell carcinoma along the thoracic duct visualized with SPECT / CT. Lymphat. Res. Biol. 2013. – V. 11. – P.233–238.
7. Гажонова В.Е., Ефремова М.П., Дорохова Е.А. Современные методы неинвазивной лучевой диагностики рака молочной железы / Русский медицинский журнал, 2016. – № 5. – С. 321–324.
8. Stanzel S., Pernthaler B., Schwarz T. et al. Diagnostic and prognostic value of additional SPECT / CT in sentinel lymph node mapping in breast cancer patients. Nuklearmedizin, 2018. – Vol. 57 (3). – P.92–99.
9. Mandrik O., Ekwunife O.I., Zielonke N. et al. What determines the effects and costs of breast cancer screening? A protocol of a systematic review of reviews. Syst Rev., 2017. – Vol. 6 (1). – 122 p.

Собственные исследования

10. Мартынова Н.В., Нуднов Н.В., Головина И.А. и др. Определение диагностической эффективности современных методов визуализации. Медицинская визуализация. 2005. – № 1. – С. 140–144.
11. Mariani G., Bruselli L., Kuwert T., et al. A review on the clinical uses of SPECT/CT. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2010. – V. 37. – P.1959–1985.
12. Schulz-Wendtland R., Fuchsjäger M., Wacker T., Hermann K.P. Digital mammography: an update. Eur J Radiol. 2009. – V. 72. – P. 258–265.