

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ТУМОРОТРОПНЫХ ИНДИКАТОРОВ ^{99m}Tc -МИБИ, ^{67}Ga -ЦИТРАТА И ^{199}Tl -ХЛОРИДА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ

А.П. Куражов¹, В.Д. Завадовская¹, Е.Л. Чойнзонов^{1,2}, М.А. Зоркальцев¹,
Е.М. Слонимская^{1,2}, А.В. Богоутдинова², А.А. Тицкая², Р.В. Зельчан²

ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет»
Минздравсоцразвития России, г. Томск¹
ФГБУ «НИИ онкологии» СО РАМН, г. Томск²
634050, г. Томск, Московский тракт, 2, e-mail kurazhovap@mail.ru¹

Изучены возможности использования неспецифических туморотропных индикаторов ^{99m}Tc -МИБИ, ^{67}Ga -цитрата и ^{199}Tl -хлорида для дифференциальной диагностики злокачественных опухолей с доброкачественными процессами у 151 пациента с 191 локализацией поражения. Сцинтиграфия с ^{199}Tl -хлоридом, в отличие от ^{67}Ga -цитрата и ^{99m}Tc -МИБИ, может использоваться для дифференцирования данных поражений. Наилучшая величина индекса ретенции (RI) ^{199}Tl -хлорида для их дифференцирования – RI (^{199}Tl -хлорид)=0,89. Вычисление относительного индекса ретенции RI (relative) при использовании граничного значения RI (relative)=0,98 улучшает дифференцирование злокачественных опухолей и доброкачественных патологических процессов.

Ключевые слова: ^{99m}Tc -МИБИ, ^{67}Ga -цитрат, ^{199}Tl -хлорид, сцинтиграфия, злокачественные опухоли, доброкачественные процессы.

POTENTIAL USE OF NONSPECIFIC TUMOROTROPIC INDICATORS ^{99m}Tc -MIBI, ^{67}Ga -CITRATE AND ^{199}Tl -CHLORIDE FOR THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF MALIGNANT TUMORS

A.P. Kourazhov¹, V.D. Zavadvovskaya¹, E.L. Choynzonov^{1,2}, M.A. Zorkaltsev¹, E.M. Slonimskaya^{1,2}, A.V. Bogoutdinova²,
A.A. Titskaya², R.V. Zelchan²

Siberian State Medical University, Chair of Radiology and Radiotherapy, Tomsk¹
Cancer Research Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk²
2, Moskovsky tract, 634050-Tomsk, Russia, e-mail: kurazhovap@mail.ru¹

Potential use of nonspecific tumorotropic indicators ^{99m}Tc -MIBI, ^{67}Ga -citrate and ^{199}Tl -chloride for the differential diagnosis of malignant tumors and benign processes in 151 patients with 191 lesions were studied. ^{199}Tl -chloride scintigraphy, but not ^{99m}Tc -MIBI and ^{67}Ga -citrate scintigraphy can be used in differentiating of these lesions. The optimal value of ^{199}Tl -chloride retention index (RI) for their differentiating is RI (^{199}Tl -chloride)=0,89. The use of relative retention index RI (relative) with the boundary value RI (relative)=0,98 improves the differentiating of malignant tumors from benign pathological processes.

Key words: ^{99m}Tc -MIBI, ^{67}Ga -citrate, ^{199}Tl -chloride, scintigraphy, malignant tumors, benign processes.

Сохранение онкологической заболеваемости на высоком уровне является важной медико-социальной проблемой, основной аспект которой заключается в позднем выявлении неопластических процессов, что существенно ухудшает их прогноз [1]. Особое место в арсенале диагностических методов отводится медицинской визуализации, которая позволяет своевременно и точно проводить индикацию и дифференциальную диагностику опухолевых процессов. В

то же время, несмотря на успехи современных методов лучевой диагностики (КТ, МРТ и УЗИ), установить с их помощью природу выявленных патологических процессов не всегда возможно. В рамках медицинской визуализации эта проблема решается путем использования радионуклидных методов с помощью специфических и неспецифических туморотропных РФП [6, 15]. Первые обладают избирательностью накопления в опухолевых очагах, но ограничены в практике

высокой себестоимостью [6]. Более распространены неспецифические туморотропные индикаторы проще в получении и использовании, но менее специфичны [8, 13].

Одним из первых радионуклидных методов, примененных для диагностики воспалительных и опухолевых процессов, была скintiграфия с ^{67}Ga -цитратом [9]. Эффективность его использования подтверждена многолетним опытом клинической практики [5]. В настоящее время одним из наиболее распространенных РФП для неспецифической визуализации различных опухолевых процессов является $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ [12, 16]. Другим более эффективным, но менее распространенным туморотропным индикатором является ^{201}Tl -хлорид [12, 15, 17]. Концепция дифференцирования злокачественных опухолей и доброкачественных поражений основывается на динамических различиях в гиперфиксации туморотропных РФП (в том числе ^{201}Tl -хлорида), обусловленных патофизиологическими свойствами местного процесса [14, 17, 18]. При этом по индексу ретенции индикатора о природе патологического очага [18]. В наших предыдущих исследованиях показано, что скintiграфия с ^{199}Tl -хлоридом, отечественным аналогом ^{201}Tl -хлорида, может успешно использоваться для индикации и дифференцирования опухолевых и воспалительных процессов опорно-двигательного аппарата [3]. В то же время в сравнительном аспекте возможности скintiграфии с неспецифическими РФП в дифференциальной диагностике опухолевых процессов изучены мало.

Цель исследования – изучение возможностей использования неспецифических туморотропных индикаторов $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ, ^{67}Ga -цитрата и ^{199}Tl -хлорида для дифференциальной диагностики злокачественных опухолей.

Материал и методы

В исследование включались результаты скintiграфии с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ, ^{67}Ga -цитратом и ^{199}Tl -хлоридом, проведенной 151 пациенту с гиперфиксацией маркеров в области 191 зоны интереса. Из них выделялись подгруппы пациентов со злокачественными опухолями и доброкачественными поражениями.

Гиперфиксация $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ определялась в 58 патологических очагах у 42 больных (25 мужчин, 17 женщин, средний возраст – $47,5 \pm 19,4$ года). Из них у 22 пациентов (12 мужчин, 10 женщин,

средний возраст – $43,3 \pm 22,2$ года) в 32 случаях они имели опухолевую природу (табл. 1). У остальных 20 пациентов (13 мужчин, 7 женщин, средний возраст – $52,2 \pm 15,1$ года) с 26 локализациями поражения диагностированы доброкачественные патологические процессы (табл. 2).

Патологическое накопление ^{67}Ga -цитрата выявлено у 12 пациентов (4 мужчин, 8 женщин, средний возраст – $41,2 \pm 18,7$ года) с 14 очагами поражения, представленными злокачественными опухолями ($n=7$) и патологическими процессами доброкачественной природы ($n=7$) (табл. 1, 2). Гиперфиксация ^{199}Tl -хлорида наблюдалась у 97 больных (48 мужчин, 49 женщин, средний возраст – $48,7 \pm 21,2$ года), имеющих 119 очагов патологических процессов. Из них 51 человек (26 мужчин, 25 женщин, средний возраст – $47,8 \pm 19,5$ года) имели 68 локусов бластоматозного роста (табл. 1). У остальных 38 пациентов (18 мужчин, 20 женщин, средний возраст – $48,0 \pm 20,6$ года) патологическая аккумуляция ^{199}Tl -хлорида наблюдалась в очагах доброкачественных поражений ($n=51$) (табл. 2).

Первичные и рецидивные опухолевые процессы верифицировались гистологически ($n=64$). Метастазы верифицировались гистологически ($n=10$) или в случаях известного гистотипа первичной опухоли – цитологически ($n=33$) при соответствующих данных КТ, УЗИ или МРТ. Доброкачественные патологические процессы верифицировались гистологически ($n=25$), в остальных случаях диагностировались по данным комплексного клинко-лабораторного и лучевого исследований ($n=59$).

Скintiграфия с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ проводилась на гамма-камере LFOV Searle в планарном режиме (27 человек, 41 локализация) и на двухдетекторной гамма-камере Philips BrighView (15 человек, 17 локализаций) в планарном и томографическом режимах с коллиматором на 185 кэВ, набором импульсов 0,5–1,0 млн в зависимости от величины объекта исследования. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ активностью 740 МБк взрослым и 7,4 МБк/кг массы тела детям до 18 лет вводился внутривенно, после чего проводилась скintiграфия в раннюю и отсроченную фазы (через 20 и 180 мин соответственно).

Скintiграфия с ^{67}Ga -цитратом выполнялась на гамма-камере LFOV Searle в планарном режиме (6 человека, 8 локализаций) и на двухдетекторной гамма-камере E.cam–180 Siemens (6 человек, 6 локализаций) в планарном и томографическом режи-

Таблица 1

Гистологические типы злокачественных опухолей костей и мягких тканей, аккумулирующих ^{99m}Tc -МИБИ (n=32), ^{67}Ga -цитрат (n=7) и ^{199}Tl -хлорид (n=68)

Гистологический тип опухоли	^{99m}Tc -МИБИ	^{67}Ga -цитрат	^{199}Tl -хлорид
Опорно-двигательный аппарат			
Плеоморфная саркома	–	–	5
Хондросаркома	2	–	2
PNET (саркома Юинга)	–	–	2
Остеосаркома	2	–	4
Фибросаркома	–	–	2
Озлокачествленная гигантоклеточная опухоль	–	–	1
Фибромиксоидная саркома	–	–	1
Синовиальная саркома	–	–	1
Веретенноклеточная саркома	1	–	1
Лейомиосаркома	1	–	–
Десмоид	–	–	1
Фиброзная гистиоцитома злокачественная	–	–	3
Ангиофиброматоз озлокачествленный	–	1	–
Гемангиома капиллярная озлокачествленная	1	–	–
Метастазы озлокачествленной аденомы паращитовидной железы	–	–	9
Метастазы рака толстой кишки	–	–	4
Метастазы рака предстательной железы	–	–	3
Метастазы рака почки	–	–	3
Метастаз рака мочевого пузыря	1	–	–
Метастазы рака легкого	3	–	2
Метастаз рака щитовидной железы	–	–	1
Метастаз меланомы кожи	–	–	1
Метастаз рака пищевода	–	1	–
Метастазы аденокарциномы тела матки	4	–	–
Метастазы цистаденокарциномы яичника	2	–	–
Легкие и органы средостения			
Рак легкого периферический	3	–	6
Рак легкого центральный	1	–	3
Лимфогранулематоз, смешанно-клеточный вариант	–	–	3
Лимфогранулематоз, нодулярный склероз	7	4	3
В-крупноклеточная лимфома	–	–	1
Тимомы злокачественные	1	–	1
Остеосаркома (продолженный рост в легочную ткань)	–	–	2
Гемангиоперицитома злокачественная	–	–	1
Прочие органы			
Низкодифференцированная глиобластома	2	–	–
Метастаз рака легкого в головной мозг	1	–	–
Цистаденокарцинома яичника	–	–	1
Рак простаты	–	–	1
ВСЕГО	32	7	68

Таблица 2

Формы доброкачественных патологических процессов, аккумулирующих ^{99m}Tc -МИБИ ($n=26$), ^{67}Ga -цитрат ($n=7$) и ^{199}Tl -хлорид ($n=51$)

Формы доброкачественных патологических процессов	^{99m}Tc -МИБИ	^{67}Ga -цитрат	^{199}Tl -хлорид
Опорно-двигательный аппарат			
Незлокачественная гигантоклеточная опухоль костей предплюсны	–	–	1
Фибролипоматоз мягких тканей ягодичной области	–	–	1
Гангрена стоп вследствие отморожения с признаками сопутствующего демаркационного воспаления	–	–	6
Диабетическая стопа, осложненная воспалительным процессом	5	–	6
Остеомиелит	8	2	5
Воспалительные заболевания мягких тканей	6	1	10
Артриты различных локализаций	1	–	2
Воспалительные заболевания мягких тканей и костей у больных после радикального удаления первичной опухоли с последующим эндопротезированием	3	–	6
Отек мягких тканей, не связанный с бактериальным воспалением	–	–	5
Свежие репаративные изменения	2	2	1
Легкие и органы средостения			
Пневмония	–	–	4
Хронический абсцесс легкого	–	–	1
Идиопатический фиброзирующий альвеолит	1	–	–
Лимфоаденопатия воспалительная	–	2	–
Прочие органы			
Менингиома без признаков озлокачествления	–	–	2
Ишемический инсульт, подострая стадия	–	–	1
ВСЕГО	26	7	51

мах с коллиматором на 300 кэВ, набором импульсов 0,5–1,0 млн. ^{67}Ga -цитрат активностью 111–148 МБк вводился в кубитальную вену, после чего через 24 и 48 ч проводилось радионуклидное исследование (в раннюю и отсроченную фазы).

Сцинтиграфия с ^{199}Tl -хлоридом проводилась на гамма-камере LFOV Searl в планарном режиме (63 человека, 82 локализации), на двухдетекторной гамма-камере E.cam-180 Siemens (30 человек, 31 локализация) и на двухдетекторной гамма-камере Philips brightview (4 человека, 6 локализаций) в планарном и томографическом режимах с коллиматором на 300 кэВ, набором импульсов 0,3–1,0 млн. ^{199}Tl -хлорид активностью 185 МБк взрослым и 1,85 МБк/кг массы тела детям до 18 лет вводился внутривенно, после чего проводилась сцинтиграфия в раннюю и отсроченную фазы (через 20 и 180 мин соответственно).

Гиперфиксация индикаторов в зоне интереса регистрировалась визуально. Затем проводилась

количественная оценка результатов сцинтиграфии, включающая определение отношений «зона поражения/интактная контралатеральная или прилежащая область», полученных в раннюю и отсроченную фазы исследования (коэффициентов дифференцированного накопления для ^{99m}Tc -МИБИ – КДН_{20} и КДН_{180} ; для ^{67}Ga -цитрата – GR_{24} и GR_{48} ; для ^{199}Tl -хлорида – ER и DR соответственно). Во всех случаях вычислялся индекс ретенции (RI), равный для ^{99m}Tc -МИБИ – $\text{RI}(\text{^{99m}Tc-МИБИ}) = \text{КДН}_{180} / \text{КДН}_{20}$; для ^{67}Ga -цитрата – $\text{RI}(\text{^{67}Ga-цитрат}) = \text{GR}_{48} / \text{GR}_{24}$ и для ^{199}Tl -хлорида – $\text{RI}(\text{^{199}Tl-хлорид}) = \text{DR} / \text{ER}$ соответственно [10].

Результаты и обсуждение

КДН_{20} и GR_{24} при исследовании злокачественных опухолевых процессов ($\text{КДН}_{20} = 2,10 \pm 1,36$ и $\text{GR}_{24} = 1,91 \pm 0,89$) статистически значимо не отличались ($p=0,22$ и $p=0,90$ соответственно) от аналогичных коэффициентов, полученных при изучении доброкачественных состояний ($\text{КДН}_{20} = 2,28 \pm 1,42$,

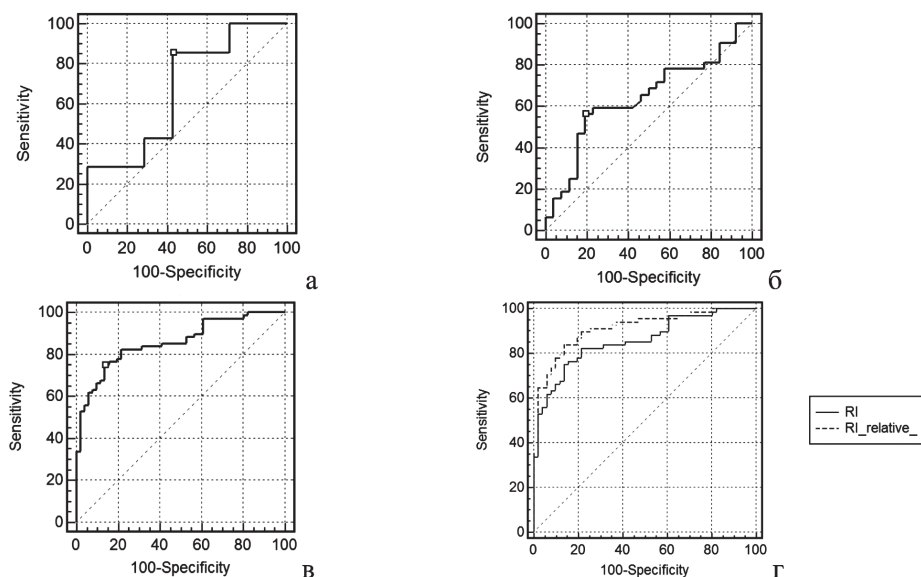


Рис. 1. ROC-кривые, полученные при использовании в качестве дифференциально-диагностических критериев злокачественных опухолей и доброкачественных поражений RI (^{67}Ga -цитрат) (а), RI ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ) (б) и RI (^{199}Tl -хлорид) (в) соответственно. Наилучшая эффективность дифференцирования злокачественных опухолей и доброкачественных поражений – при использовании скintiграфии с ^{199}Tl -хлоридом (в). Сравнение ROC-кривых, полученных при использовании RI (^{199}Tl -хлорид) и RI (relative) (г). Диагностическая эффективность скintiграфии с ^{199}Tl -хлоридом выше при использовании RI (relative)

$\text{GR}_{24} = 2,76 \pm 2,38$). В то же время ER у пациентов с неоплазмами ($\text{ER} = 2,08 \pm 1,33$) статистически значимо ($p=0,003$) был ниже, чем у больных доброкачественными заболеваниями ($\text{ER} = 2,71 \pm 1,67$). Это противоречит отдельным зарубежным исследованиям, сообщаящим о более интенсивной гиперфиксации ^{201}Tl -хлорида в раннюю фазу в опухолевых очагах по сравнению с доброкачественными процессами, но без возможности надежно их дифференцировать [15]. Мы полагаем, что причина большей величины ER в подгруппе доброкачественных состояний связана с наличием в ней объектов исследования небольшой величины (преимущественно стоп). Ранее было показано, что при использовании скintiграфии с ^{199}Tl -хлоридом степень аккумуляции данного РФП в очагах воспаления обратно пропорциональна величине объекта исследования, что связано с уменьшением накопления индикатора в референтной зоне при исследовании мелких объектов [2].

При сравнении величин КДН_{180} , GR_{48} и DR в подгруппах злокачественных новообразований ($\text{КДН}_{180} = 1,61 \pm 0,63$, $\text{GR}_{48} = 1,96 \pm 1,01$ и $\text{DR} = 1,86 \pm 0,83$) и доброкачественных поражений ($\text{КДН}_{180} = 1,53 \pm 0,44$, $\text{GR}_{48} = 3,02 \pm 2,71$ и $\text{DR} =$

$1,86 \pm 0,82$) статистически значимых различий выявлено не было ($p=0,86$, $p=0,65$ и $p=0,68$ соответственно). Подобно этому, по величине RI при использовании ^{67}Ga -цитрата в подгруппах злокачественных опухолей ($\text{RI} (^{67}\text{Ga}\text{-цитрат}) = 1,01 \pm 0,14$) и доброкачественных процессов ($\text{RI} (^{67}\text{Ga}\text{-цитрат}) = 1,08 \pm 0,13$) статистически значимых различий не зарегистрировано ($p=0,28$). При этом в отличие от других индикаторов отмечалась большая степень депонирования ^{67}Ga -цитрата в области доброкачественных состояний по сравнению со злокачественными. Однако дифференциальная модель с использованием наилучшего критерия злокачественных опухолей $\text{RI} (^{67}\text{Ga}\text{-цитрат}) < 1,12$ оказалась низкоспецифичной (чувствительность – 85,7 %, специфичность – 57,1 %, площадь под ROC-кривой $\text{AUC} = 0,673$) (рис. 1а). Вероятно, большая величина RI (^{67}Ga -цитрат) в подгруппе доброкачественных процессов, представленных преимущественно воспалительными изменениями, объяснима интенсивным захватом и депонированием ^{67}Ga -цитрата в иммунocyтах, превышающим его ретенцию в опухолевых клетках [11].

При изучении RI ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -МИБИ) обнаружена тенденция ($p=0,07$) к его повышению при злока-

чественных новообразований ($RI(^{99m}Tc\text{-МИБИ}) = 0,85 \pm 0,19$) по сравнению с доброкачественными поражениями ($RI(^{99m}Tc\text{-МИБИ}) = 0,76 \pm 0,18$). Но при использовании наиболее оптимального критерия злокачественных новообразований $RI(^{99m}Tc\text{-МИБИ}) > 0,88$ диагностическая модель не обладала достаточной чувствительностью (чувствительность – 56,2 %, специфичность – 80,8 %, площадь под ROC-кривой $AUC = 0,641$) (рис. 1б). Известно, что на степень аккумуляции $^{99m}Tc\text{-МИБИ}$ влияет концентрация G-гликопротеина, осуществляющего элиминацию данного РФП из опухолевых клеток [7]. Поэтому при низком уровне G-гликопротеина в некоторых опухолях возможно существенное возрастание $RI(^{99m}Tc\text{-МИБИ})$. Этим может объясняться относительно высокая специфичность дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных процессов при использовании в качестве их границы $RI(^{99m}Tc\text{-МИБИ}) = 0,88$.

В наибольшей степени различия между изучаемыми подгруппами определялись по величине $RI(^{199}Tl\text{-хлорид})$ (для неоплазм – $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = 0,97 \pm 0,17$ и для доброкачественных состояний – $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = 0,74 \pm 0,12$, $p = 0,000002$). Используя ROC-анализ, получена наиболее эффективная дифференциальная граница данных поражений по величине индекса ретенции $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = 0,89$ (чувствительность, специфичность, положительный, отрицательный предсказательные уровни и точность диагностики злокачественных опухолей составили 75,0; 86,3; 84,5; 77,5 и 84,0 % соответственно, площадь под ROC-кривой $AUC = 0,858$ статистически значимо ($p < 0,0001$) превышала $Area = 0,5$) (рис. 1в). Аналогичный подход к дифференцированию злокачественных и доброкачественных процессов ранее успешно применялся при проведении скintiграфии с $^{201}Tl\text{-хлоридом}$. Так, наилучшая дифференциальная граница между данными процессами в работе Y.H. Yu et al. [18], изучавших заболевания легких, составила $RI = 1,20$ (в пересчете на формулу $RI = DR/ER$), в работе M. Lorberboym 1998 et al. [10], посвященной диагностике заболеваний головного мозга, – $RI = 1,00$.

В целях улучшения диагностической эффективности скintiграфии с $^{199}Tl\text{-хлоридом}$ изучалась фармакокинетика данного индикатора в очагах злокачественных новообразований и доброкачественных поражений. На основании этого установлены статистически значимые корреляционные связи RI

($^{199}Tl\text{-хлорид}$) и ER в подгруппах злокачественных новообразований ($r = -0,70$, $p = 0,00001$) и доброкачественных поражений ($r = -0,76$, $p = 0,00001$). Аналогичные взаимосвязи наблюдались в нашей ранней работе, изучающей воспалительные процессы органов малого таза у женщин [4]. Мы полагаем, что они обусловлены прямой зависимостью ER от интенсивности кровотока в области изучаемого патологического процесса. Поэтому игнорирование этих связей при проведении границы между злокачественными новообразованиями и доброкачественными процессами может снижать эффективность скintiграфии с $^{199}Tl\text{-хлоридом}$. Методами регрессионного и ROC-анализов установлено, что наилучшая дифференциальная граница между данными процессами соответствует функции $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = -0,055 \times ER + 0,98$. Для практического использования получена формула $RI(\text{relative}) = RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) + 0,055 \times ER$.

Наилучшим пороговым значением для дифференцирования изучаемых процессов по величине $RI(\text{relative})$ явилось $RI(\text{relative}) = 0,98$, максимальная площадь под ROC-кривой – $AUC = 0,911$ ($p < 0,0001$ по сравнению с $Area = 0,5$). Используя метод сравнения двух ROC-кривых, полученных в дифференцировании изучаемых патологических процессов по относительной величине $RI(\text{relative}) = RI + 0,055 \times ER$ при наилучшем пороговом значении $RI(\text{relative}) = 0,98$ и наилучшей величине $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = 0,89$, установлено статистически значимое ($p = 0,01$) отличие площадей под ROC-кривыми в пользу первой методики (рис. 1г).

В итоге при использовании в качестве дифференциально-диагностической границы злокачественных новообразований и доброкачественных процессов $RI(\text{relative}) = RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) + 0,055 \times ER$ при наилучшем пороговом значении $RI(\text{relative}) = 0,98$ чувствительность, специфичность, положительный, отрицательный предсказательные уровни и точность составили 83,8; 86,3; 85,9; 84,2 и 85,5 % соответственно. Предложенная методика с $RI(\text{relative})$ статистически значимо ($p = 0,01$) превосходит по эффективности метод дифференцирования изучаемых процессов по величине $RI(^{199}Tl\text{-хлорид}) = 0,89$.

Заключение

Скintiграфия с $^{199}Tl\text{-хлоридом}$, в отличие от $^{67}Ga\text{-цитрата}$ и $^{99m}Tc\text{-МИБИ}$, может эффективно использоваться для дифференцирования зло-

качественных опухолей и доброкачественных патологических процессов. Наилучшая величина RI (^{199}Tl -хлорид) для их дифференцирования составляет $\text{RI} (^{199}\text{Tl}\text{-хлорид})=0,89$ (чувствительность, специфичность, положительный, отрицательный предсказательные уровни и точность составили 75,0; 86,3; 84,5; 77,5 и 84,0 % соответственно). Вычисление относительного индекса ретенции по формуле $\text{RI (relative)}=\text{RI} (^{199}\text{Tl}\text{-хлорид})+0,055\times\text{ER}$ при использовании в качестве граничного значения $\text{RI (relative)}=0,98$ позволяет проводить дифференцирование злокачественных опухолей и доброкачественных патологических процессов более эффективно (чувствительность, специфичность, положительный, отрицательный предсказательные уровни и точность – 83,8; 86,3; 85,9; 84,2 и 85,5 % соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения России и стран СНГ в 2007 г. // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 2009. Т. 20, № 3 (прил. 1). С. 52–56.
2. Завадовская В.Д., Килина О.Ю., Куражов А.П. и др. Сцинтиграфия с таллия-199-хлоридом в выявлении воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата // Медицинская визуализация. 2003. № 2. С. 25–27.
3. Завадовская В.Д., Куражов А.П., Килина О.Ю. и др. Дифференциальная диагностика воспалительных и опухолевых процессов опорно-двигательного аппарата с помощью сцинтиграфии с ^{199}Tl -хлоридом // Медицинская визуализация. 2009. № 4. С. 55–65.
4. Куражов А.П., Иванова Т.В., Завадовская В.Д. и др. Сцинтиграфия с ^{199}Tl -хлоридом в диагностике неспецифических воспалительных заболеваний органов малого таза у женщин // Бюллетень сибирской медицины. 2005. Т. 4, № 3. С. 86–93.
5. Apostolopoulos D.J., Papandrianos N.I., Symeonidis A. et al. Technetium-99m depreotide imaging by single photon emission tomography/low resolution computed tomography in malignant lymphomas: comparison with gallium-67 citrate // Ann. Nucl. Med. 2010. Vol. 24 (9). P. 639–647.
6. Artiko V., Marković A.K., Sobić-Šaranović D. et al. Monoclonal immunoscintigraphy for detection of metastasis and recurrence of colorectal cancer // World J. Gastroenterol. 2011. Vol. 17 (19). P. 2424–2430.
7. Ballinger J., Sheldon K., Boxen I. et al. Differences between accumulation of $^{99\text{mTc}}$ -MIBI and $^{201\text{Tl}}$ -thallous chloride in tumor cells: role of P-glycoprotein // Q. J. Nucl. Med. 1995. Vol. 39 (2). P. 122–128.
8. Koyama M. Clinical usefulness of $^{201\text{Tl}}$ -chloride scintigraphy for the diagnosis of bone metastases // Kaku Igaku. 1995. Vol. 32 (1). P. 9–18.
9. Lavender J.P., Lowe J., Barker J.R. et al. Gallium 67 citrate scanning in neoplastic and inflammatory lesions // Br. J. Radiol. 1971. Vol. 44 (521). P. 361–366.
10. Lorberboym M., Wallach F., Estok L. et al. Thallium-201 retention in focal intracranial lesions for differential diagnosis of primary lymphoma and nonmalignant lesions in AIDS patients // J. Nucl. Med. 1998. Vol. 39 (8). P. 1366–1369.
11. Morita S., Kikuchi S., Ishibashi M. et al. Gallium-67 citrate uptake in experimental tumors and inflammatory lesions – an histo-autoradiographic correlation // Kurume Med. J. 1990. Vol. 37 (2). P. 89–96.
12. Nishiyama Y., Yamamoto Y., Fukunaga K. et al. Comparison of $^{99\text{Tcm}}$ -MIBI with $^{201\text{Tl}}$ chloride SPET in patients with malignant brain tumors // Nucl. Med. Commun. 2001. Vol. 22. (6). P. 631–639.
13. Piperkova E., Chavdarova L., Garanina Z. et al. Scintimammography and single-photon emission computed tomography for postoperative image guidance for radiation treatment planning in breast cancer patients // J. BUON. 2011. Vol. 16 (4). P. 657–663.
14. Suga K., Nishigauchi K., Fujita T. et al. Difference of Thallium-201 kinetics between VX-2 tumors and inflammatory lesions in rabbits // Kaku Igaku. 1994. Vol. 31 (2). P. 151–161.
15. Sugawara Y., Kikuchi T., Kajihara M. et al. Thallium-201 scintigraphy in bone and soft-tissue tumors: a comparison of dynamic, early and delayed scans // Ann. Nucl. Med. 2005. Vol. 19 (6). P. 461–468.
16. Taki J., Higuchi T., Sumiya H. et al. Prediction of final tumor response to preoperative chemotherapy by $\text{Tc-}^{99\text{m}}$ MIBI imaging at the middle of chemotherapy in malignant bone and soft tissue tumors: comparison with Tl-^{201} imaging // J. Orthop. Res. 2008. Vol. 26 (3). P. 411–418.
17. Yamamoto Y., Kawaguchi Y., Kawase Y. et al. A comparative study of F-18 FDG PET and $^{201\text{Tl}}$ scintigraphy for detection of primary malignant bone and soft-tissue tumors // Clin. Nucl. Med. 2011. Vol. 36 (4). P. 290–294.
18. Yu Y.H., Hsu W.H., Hsu N.Y. et al. Comparison of two-phase (^{201}Tl SPECT with chest CT to differentiate thoracic malignancies from benign lesions. Q. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2008. Vol. 52 (1). P. 66–73.

Поступила 12.03.12