

Ю.М. Галеев, М.В. Попов

СЦИНТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ДЕСТРУКЦИЙ ЛЕГКИХ

НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН (Иркутск)

В работе представлены результаты сцинтиграфических исследований при бактериальных деструкциях легких. Дана характеристика сцинтиграфической картины при пневмониях, абсцессах и гангрене легкого. Показана информативность перфузионной сцинтиграфии в диагностике бактериальных деструкций легких и возможность сцинтиграфических методов исследования в изучении патологии, протекающей с вовлечением легочной ткани в инфекционный процесс.

Ключевые слова: сцинтиграфия, технеций-99m, макроагрегаты альбумина, бактериальные деструкции легких, регионарная перфузия легких

THE SCINTIGRAPHIC STUDIES IN DIAGNOSTIC OF BACTERIAL LUNGS DESTRUCTION

Yu.M. Galeev, M.V. Popov

SC RRS ESSC SB RAMS, Irkutsk

In the article the results of the scintigraphic studies at bacterial lungs destruction are given. The characteristics of scintigraphic picture at pneumonia, pulmonary abscess and gangrene is given. The self-descriptiveness of perfusion scintigraphy in diagnostic of bacterial lungs destruction and opportunity of scintigraphic research methods in studying of the pathology including lungs tissue into infectious process are shown.

Key words: scintigraphy, technecium-99m, macroaggregated albumin, bacterial lungs destruction, regional lung perfusion

Гамма-сцинтиграфия как диагностический метод известна с 1927 г., когда Blumgart и Weiss впервые применили газ радон для оценки гемодинамики у больных с сердечной недостаточностью. Особенно динамично этот метод исследования стал развиваться после того, как в 1963 г. Н.О. Ангер разработал гамма-камеру — принципиально новый прибор для получения радиоизотопных изображений. Изобретение гамма-камеры позволило исследователям визуализировать быстропротекающие физиологические процессы, что, по сути, заложило основы современной радионуклидной диагностики [8].

В настоящее время гамма-сцинтиграфия как высокоинформативный метод прочно вошла в арсенал диагностических средств современных учреждений здравоохранения и по своей значимости не уступает таким методикам, как магнитно-резонансная томография, ультразвуковые и рентгеновские исследования. Отличительной чертой гамма-сцинтиграфии является ее функциональность, т.е. возможность визуализировать и производить количественный анализ физиологических и патофизиологических изменений, происходящих в организме. Функциональные изменения, намного опережающие анатомические, делают гамма-сцинтиграфию уникальной как в ранней диагностике заболеваний, так и при динамическом наблюдении. Это достигается за счет использования радиофармпрепаратов (РФП), способных накапливаться в определенных морфологических структурах или отражать динамику протекающих

в органе физиологических и биохимических процессов [4, 8]. РФП представляют собой вещества, имеющее радиоактивную метку и включающееся в естественный метаболизм при введении в организм. Распределение РФП в организме зависит от кровотока и метаболической активности тканей. Прямое отображение кровотока, микроциркуляции и метаболизма методом гамма-сцинтиграфии обеспечило стремительный прогресс многих отраслей медицины, и в частности пульмонологии и торокальной хирургии. Применение современных РФП, дающих возможность получать изображения мест с перфузией и метаболизмом, позволяет достоверно визуализировать места тромбоза, очаги деструкции легочной ткани и т.д.

В настоящее время наиболее востребованным сцинтиграфическим методом исследования легких является перфузионная сцинтиграфия.

Для перфузионной сцинтиграфии легких в качестве РФП применяют макроагрегаты альбумина человеческой сыворотки крови, меченные технецием-99m (^{99m}Tc -МАО), и микросферы человеческого альбумина, также меченные технецием-99m (^{99m}Tc -МСА). Ранее используемые изотопы йода (^{131}I) и индия (^{113m}In) сейчас практически не применяются в качестве радиоактивной метки в радионуклидной диагностике патологии легких из-за высокой лучевой нагрузки на организм обследуемого [2, 3, 5, 7].

Метод перфузионной сцинтиграфии основан на визуализации капиллярного русла легких с помощью ^{99m}Tc -МАО или ^{99m}Tc -МСА, которые при

внутривеном введении эмболизируют небольшую часть капилляров легких и распределяются пропорционально кровотоку. Частицы МАА или МСА диаметром 10–40 микрон не проникают в паренхиму легких (интерстициально или альвеолярно), а временно окклюзируют капиллярный кровоток, при этом эмболизации подвергается 1:10000 часть легочных капилляров, что не отражается на гемодинамике и вентиляции легких. Эмболизация длится в течение 5–8 часов. Снижение накопления РФП в какой-либо области легких свидетельствует о нарушении кровотока в указанном регионе, при этом по степени снижения накопления можно количественно оценивать нарушение перфузии легочной паренхимы [3].

Звесь ^{99m}Tc -МАА или ^{99m}Tc -МСА после инъекции с током крови попадает в правые отделы сердца, затем в сосуды легочной артерии. Практически 100 % РФП распределяется и фиксируется в легких пропорционально их кровотоку. Для получения качественного сцинтиграфического изображения достаточно незначительной, как подчеркивалось ранее, эмболизации капиллярного русла легких, которая сохраняется всего несколько часов и не влияет на функцию легких и жизнедеятельность организма. Минимальное количество частиц, необходимое для равномерного распределения активности в сосудистом русле легких составляет не менее 60 000, а максимальное — не более 300 000. Оптимальным числом для получения качественного сцинтиграфического изображения для взрослого является предел от 100 000 до 200 000 частиц альбумина в одной инъекционной дозе. При этом даже при наличии 500 000 частиц ^{99m}Tc -МАА или ^{99m}Tc -МСА, блокируется лишь один сосуд на одну тысячу, что никак не может привести к нарушению перфузии легких [2, 3].

В легочной ткани РФП постепенно разрушаются на более мелкие частицы, которые далее проникают в циркуляторное русло большого круга кровообращения и затем удаляются из организма обследуемого ретикулоэндотелиальной системой печени и селезенки. При использовании ^{99m}Tc -МАА в организме обследуемого наблюдается не только распад РФП на более мелкие частицы, но и отделение технеция-99m от МСА, который затем также попадает в систему большого круга кровообращения и выводится органами мочевыделительной системы [5].

Основными показаниями к проведению перфузионной сцинтиграфии легких являются тромбоэмболия легочной артерии, воспалительные процессы в легких, сопровождающиеся деструкцией легочной ткани (абсцесс, гангрена легкого). Метод может быть применен в качестве вспомогательного при любой легочной патологии с целью оценки количества функционирующей паренхимы органа дыхания, например при фиброзных процессах в легких, опухоли легкого и т.д. [2, 3].

Абсолютных противопоказаний к проведению перфузионной сцинтиграфии легких нет. Тем не менее, существует ряд ограничений, при которых

количество вводимых частиц агрегированного альбумина должно составлять не более 100 000 на одно исследование. К этой категории относятся дети до 15 лет; больные с тяжелой легочно-артериальной гипертензией; пациенты с пороками сердца, сопровождающимися сбросом крови справа — налево [3]. В качестве противопоказания также можно рассматривать общее тяжелое состояние больного, препятствующее его транспортировке в отделение радионуклидной диагностики.

Следует подчеркнуть, что гнойно-деструктивные заболевания легких чреватые развитием ряда тяжелых, порой смертельных осложнений: аррозивное кровотечение (особенно при локализации процесса в прикорневых зонах) пиопневмоторакс (при субплевральных абсцессах), сепсис, перикардит, и т.д. Поэтому при проведении сцинтиграфического исследования важно обеспечить сопровождение пациента медперсоналом палаты реанимации и интенсивной терапии.

Следует особо отметить, что отличительной особенностью перфузионной сцинтиграфии легких является неинвазивность, в отличие от бронхографии, бронхоскопии, ангиопульмонографии и др.

МЕТОДИКА

За период с 1996 по 2006 гг. мы имели опыт обследования 470 больных с абсцессами, гангреной легкого, тромбозом ветвей легочной артерии, бронхоэктатической болезнью.

В наших исследованиях мы использовали РФП на основе макроагрегатов альбумина человеческой сыворотки крови: «Pulmocis» (Cis bio international, Франция) и «Макротех, ^{99m}Tc » (Диамед, Россия). Один флакон РФП содержал 310 000–1 750 000 макроагрегатов диаметром от 10 до 90 мкм.

Приготовление РФП проводили согласно прилагаемой инструкции фирмы-изготовителя.

Исследование проводили на гамма-камере Multispect II с системой обработки данных ICON. Пациенту внутривеном вводили 111 МБк РФП («Pulmocis» или «Макротех, ^{99m}Tc ») и через 10–15 минут выполняли статическую гамма-сцинтиграфию легких в передней и задней проекциях в течение 5–10 минут или до набора 300–600 тыс. импульсов на каждую проекцию, использовали матрицу сцинтиграфического изображения 128 × 128. Затем проводили исследование в режиме однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ): выполняли запись 32–64 проекций, вращая детектор по нециркулярной орбите 180°, с экспозицией 30–60 секунд на каждую проекцию, в матрицу 128 × 128. Во время исследования пациент находился в положении лежа на спине, руки за головой. Детекторы гамма-камеры проецировали на область грудной клетки. Пациента предупреждали о необходимости совершать дыхательные движения с одинаковой амплитудой.

По завершении регистрации проводили обработку данных статической перфузионной сцинтиграфии легких. На сцинтиграммах визуально оценивали положение, форму, размеры, контуры легких,

Сцинтиграфические показатели регионарной перфузии легких в норме

Перфузионный кровоток, %			
Зона легких	данные А.И. Сорокина и соавт.	данные В.Н. Корсунского	данные А.Н. Буюкяна
Правое легкое			
Верхняя	13,3 ± 2,5	7,2 ± 2,1	6,6 ± 0,3
Средняя	20,3 ± 1,4	18,9 ± 2,6	16,6 ± 0,6
Нижняя	19,6 ± 1,8	28,6 ± 4,2	29,0 ± 0,8
Левое легкое			
Верхняя	10,4 ± 1,0	7,4 ± 2,0	6,5 ± 0,2
Средняя	18,2 ± 1,2	17,2 ± 2,3	16,7 ± 0,6
Нижняя	17,8 ± 1,7	22,2 ± 3,1	25,2 ± 0,8

характер накопления и распределения препарата, локализацию и размеры дефектов накопления РФП. Количественный анализ с расчетом показателей перфузии проводили с помощью программы Lung Ratio компьютерной системы обработки данных ICON. Определяли выраженный в процентах уровень накопления РФП в верхних, средних и нижних отделах обоих легких. Для этого с помощью указанного программного обеспечения выделяли границы легких, что позволяло автоматически разделить каждое легочное поле на три равные зоны. Счет импульсов со всех шести зон принимали за 100 %, затем с помощью программы вычисляли процентное распределение счета по каждой зоне. Аналогичные вычисления проводили в задней проекции. В качестве референтных значений использовали показатели регионарной перфузии легких, приведенные в таблице 1 [2].

Обработку данных ОЭКТ легких проводили путем реконструкции изображений в зарегистрированных проекциях и получения поперечных, сагиттальных и коронарных срезов. На срезах визуально оценивали характер накопления и распределения препарата, локализацию и размер дефектов накопления РФП при наличии таковых.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У пациентов с гнойно-деструктивными процессами легочной ткани, мы, как правило, наблюдали следующую сцинтиграфическую картину.

При пневмониях, характеризующихся поражением респираторных отделов легких с внутриальвеолярной экссудацией, сцинтиграфическая картина характеризуется снижением перфузии легочной ткани в зоне воспаления. На сцинтиграммах визуализируются легкие правильной формы, обычных размеров, с ровными четкими контурами. Накопление РФП в пораженных отделах диффузно снижено, распределение неравномерное. В интактных отделах легких накопление РФП достаточное, распределение равномерное.

При осложнении пневмонии плевритом на сцинтиграммах регистрируется изменение формы легкого на стороне поражения, уменьшение его размеров, изменение контуров. Регистрируется

снижение накопления РФП и его неравномерное распределение во всем легком вплоть до полного отсутствия накопления препарата в «поджатых» отделах. Показатели регионарной легочной перфузии на стороне поражения прогрессивно снижаются по направлению от верхушки к нижним отделам, смещенным плевральным выпотом, где перфузия может отсутствовать вообще (рис. 1).

При абсцессе легкого происходит гнойный или гнилостный распад некротических участков легочной ткани, чаще в пределах сегмента, с наличием одной или нескольких полостей деструкции, как правило, отграниченных от непораженных участков легкого пиогенной капсулой. Таким образом, основным сцинтиграфическим критерием абсцесса легкого является дефект накопления РФП, представленный некротизированным участком легочной паренхимы, где отсутствует кровоток, и куда не поступают меченные технецием-99m МАА. На сцинтиграммах пораженное легкое может быть правильной формы – при абсцессе небольших размеров, расположенном глубоко в легочной паренхиме, либо неправильной формы – за счет краевого дефекта накопления РФП, представленного субплеврально расположенным абсцессом. Размеры пораженного легкого на сцинтиграммах также будут зависеть от размеров и локализации абсцесса. При небольших и глубоко расположенных абсцессах размеры пораженного легкого будут обычными, а при больших участках некроза легочной ткани будет наблюдаться уменьшение сцинтиграфического изображения легкого за счет отсутствия накопления РФП в пораженном сегменте или нескольких сегментах. Показатели регионарной перфузии при абсцессе свидетельствуют об отсутствии капиллярного кровотока в зоне некроза, гнойного расплавления паренхимы легкого, а затем и дренирующегося абсцесса (рис. 2).

Следует отметить, что сцинтиграфическая картина при абсцессе легкого не меняется в зависимости от фазы патологического процесса (до прорыва абсцесса в бронх, после прорыва в бронх), как это наблюдается при рентгенологическом исследовании. Изменение сцинтиграфической картины может быть обусловлено только увеличени-

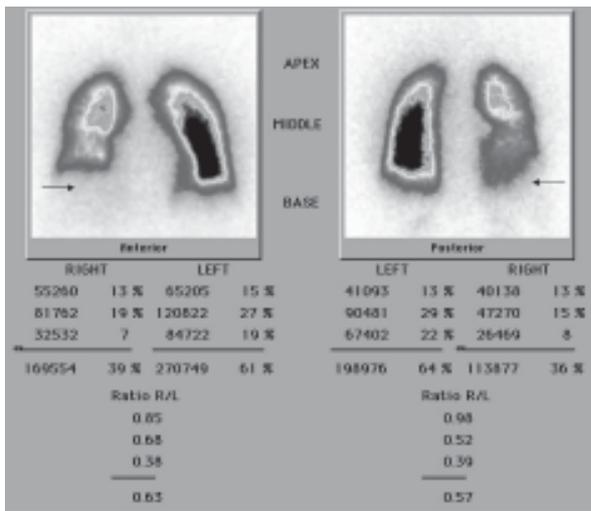


Рис. 1. Данные перфузионной сцинтиграфии легких при пневмонии, осложненной плевритом. Правое легкое: уменьшено в размерах, форма неправильная, накопление РФП в нижних отделах отсутствует (указано стрелкой), в средних и верхних отделах – диффузно снижено, распределение РФП неравномерное. Отмечается снижение показателей регионарной перфузии в правом легком. Левое легкое: обычных размеров, правильной формы, накопление РФП достаточное. Показатели регионарной перфузии слева в пределах нормы.

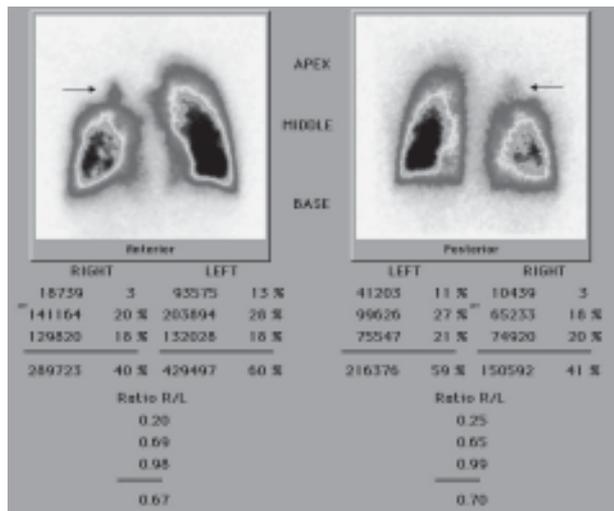


Рис. 2. Данные перфузионной сцинтиграфии при абсцессе легкого. Правое легкое: уменьшено в размерах, неправильной формы, накопление РФП в верхних отделах отсутствует (указано стрелкой), контур между областью отсутствия накопления РФП и средними отделами неровный, в средних и нижних отделах накопление РФП диффузно снижено, распределение неравномерное. Показатели регионарной перфузии подтверждают отсутствие капиллярного кровотока в области верхушки и его снижение в средних и нижних отделах. Левое легкое: обычной формы и размеров, накопление и РФП достаточное, показатели регионарной перфузии в пределах нормы.

ем размеров некротизированного участка легочной ткани или осложнения абсцесса плевритом.

При гангрене легкого происходит гнойно-гнилостный некроз значительного участка легочной ткани, чаще доли, двух долей или всего легкого, без четких признаков отграничения процесса, имеющего тенденцию к дальнейшему распространению и проявляющийся крайне тяжелым общим состоянием больного. Провести четкую грань между абсцессом и гангреной легких на основании клинических, рентгенологических и сцинтиграфических данных не всегда возможно. Первоначально отграниченный абсцесс при условии плохого дренирования, высокой вирулентности микрофлоры, снижении реактивности микроорганизмов может распространиться на соседние участки легкого и привести к гангрене доли или всего легкого. Возможен и обратный вариант, когда заболевание с самого начала протекает по типу гангрены, однако рациональным интенсивным лечением удается предотвратить прогрессирование некроза и создать условия для отграничения патологического очага с последующим образованием абсцесса. На сцинтиграммах пораженное легкое неправильной формы, значительно уменьшено в размерах, с нечеткими неровными контурами. Регистрируются обширные области отсутствия накопления РФП, расположение которых определяется некротизированными участками легочной паренхимы. В случае поражения обоих легких аналогичные сцинтиграфические изменения регистрируются и на контралатеральной стороне. В участках легочной ткани, не подвергшихся гнойной деструкции, накопление РФП, как правило, снижено, распределение неравномерное.

Показатели регионарной перфузии демонстрируют отсутствие капиллярного кровотока в пределах доли, нескольких долей или всего пораженного легкого (рис. 3).

Основными вопросами, которые интересуют врача-клинициста при назначении сцинтиграфического исследования легких, являются оценка перфузии легочной ткани и количества функционирующей паренхимы. Эти данные играют важную роль в выборе тактики лечения пациентов с гнойно-деструктивными процессами легких и позволяют оценивать, как происходит, и происходит ли на самом деле, восстановление функционирующей паренхимы легочной ткани, а соответственно делать адекватный прогноз на дальнейшее развитие патологии в частности и на качество жизни пациента в целом.

Как говорилось выше, одним из основных условий в проведении сцинтиграфических исследований, является наличие соответствующих РФП. Именно тропность РФП к определенным физиологическим, либо патофизиологическим процессам обеспечивает возможность их визуализировать. В настоящее время в нашем Научном центре проводятся эксперименты по созданию бактериального радиопрепарата. На данном этапе удалось разработать метод прижизненной внутриклеточной маркировки бактерий *E. coli* технецием – 99m [6]. Полученный бактериальный радиопрепарат применен в ряде экспериментальных работ по изучению бактериальной транслокации и развитию «сепсиса кишечного происхождения» при перитоните и острой непроходимости кишечника. Практически нам удалось визуализировать процесс

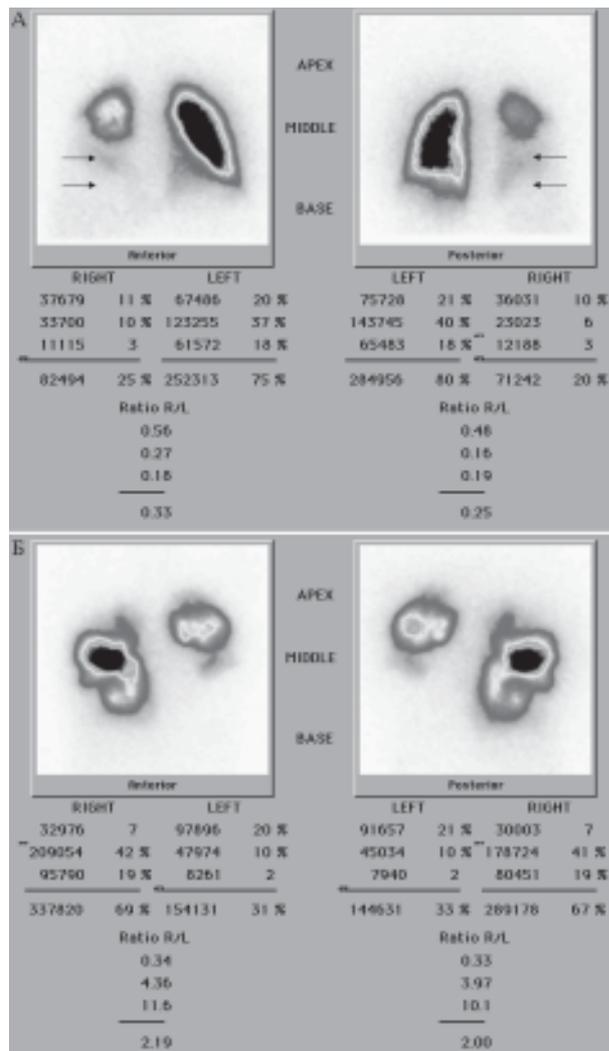


Рис. 3. Данные перфузионной сцинтиграфии при гангрене легкого. **А.** Сцинтиграфическая картина при одностороннем процессе. Правое легкое: уменьшено в размерах, форма неправильная, накопление РФП отмечается лишь в верхних отделах, в средних и нижних отделах накопление РФП отсутствует (указано стрелками). Показатели регионарной перфузии подтверждают наличие капиллярного кровотока только в верхних отделах. Левое легкое: форма и размеры обычные, накопление РФП достаточное, показатели регионарной перфузии в пределах нормы. **Б.** Сцинтиграфическая картина при двустороннем процессе. Оба легких уменьшены в размерах, неправильной формы, накопление РФП в большей части паренхимы обоих легких отсутствует, регистрируются лишь небольшие участки, где сохраняется накопление РФП. Показатели регионарного кровотока свидетельствуют о значительном снижении количества функционирующей легочной паренхимы.

транслокации кишечной палочки через кишечный барьер в порталную систему кровообращения, оценить временной интервал, через который, по мере прогрессирования патологии, развивается несостоятельность печеночного барьера для бак-

терий и попадание последних в системный кровоток. При этом было отмечено, что в ряде случаев легочная ткань начинает выполнять барьерную функцию при развитии системной бактериемии [1]. Все эти данные свидетельствуют о том, что стало возможным применение меченых бактерий в изучении легочной патологии, чему и будут посвящены наши дальнейшие исследования.

Таким образом, сцинтиграфия является не только одним из важных методов обследования в арсенале современного врача, но и делает возможным проводить научные исследования, позволяющие увидеть, почувствовать и оценить всю глубину патологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галеев Ю.М. Сравнительное исследование бактериальной транслокации в условиях экспериментального перитонита методом динамической гамма-сцинтиграфии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27, 14.00.16 / Ю.М. Галеев. — Иркутск, 2001. — 23 с.
2. Корсунский В.Н. Радионуклидные исследования легких / В.Н. Корсунский, В.К. Ромагин, Э.Г. Коньков // Стандартизированные методики изотопной диагностики. — Обнинск, 1987. — С. 220 — 229.
3. Кривоногов Н.Г. Радионуклидная диагностика в пульмонологии / Н.Г. Кривоногов, К.В. Завадовский // Радионуклидная диагностика для практических врачей; Под ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. — Томск STT, 2004. — С. 138 — 156.
4. Мечев Д.С. Радиофармацевтические препараты / Д.С. Мечев // Руководство по ядерной медицине; Под ред. Т.П. Сиваченко. — Киев: Вища школа, 1991. — С. 138 — 148.
5. Поцыбина В.В. Исследование дыхательной системы / В.В. Поцыбина // Руководство по ядерной медицине; Под ред. Т.П. Сиваченко. — Киев: Вища школа, 1991. — С. 256 — 280.
6. Способ радионуклидной маркировки бактерий кишечной палочки для сцинтиграфических исследований: Пат. от 5.06.2006 по заявке № 2005122078/13(024885), приоритет от 12.07.2005. / О.В. Салато, Ю.М. Галеев, М.В. Попов, Е.В. Коваль, С.А. Лепехова, Т.В. Фадеева.
7. Рубин М.П. Радионуклидная перфузионная сцинтиграфия легких: методика исследования и интерпретация результатов / М.П. Рубин, О.Д. Кулешова, Р.Е. Чечурин // Радиология. — Практика. — 2002. — № 4. — С. 42 — 52.
8. Чернов В.И. Общие вопросы радионуклидной диагностики / В.И. Чернов, Ю.Б. Лишманов / Радионуклидная диагностика для практических врачей; Под ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. — Томск: STT, 2004. — С. 9 — 24.