

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Красноярский государственный
медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра онкологии и лучевой терапии с курсом ПО

Зав. Кафедры: д.м.н., проф. Зуков Р.А.
Проверил: к.м.н., доцент Гаврилюк Д.В.

Реферат на тему:

«Методы радионуклидной диагностики в онкологии»

Выполнил:

Врач-ординатор 2 года обучения
Кафедры онкологии и лучевой
терапии с курсом ПО
Рябченко Михаил Владимирович

Красноярск 2020 г.

Оглавление

Введение.....	2
Виды радионуклидных исследований	3
ПЭТ/КТ.....	3
Показания к ПЭТ.....	6
ПЭТ/МРТ.....	8
Радиофармпрепараты	9
СцинтиграфияClick here to enter text.	10
ОФЭКТ/КТ	13
Медицинские противопоказания и осложнения	13
Заключение.....	14
Список литературы.....	15

Введение

Радионуклидная (радиоизотопная) диагностика – лучевое исследование, основанное на использовании соединений, меченных радионуклидами. В качестве таких соединений применяют разрешенные для введения человеку с диагностической и лечебной целями радиофармацевтические препараты. Это метод функциональной визуализации, позволяющий качественно и количественно оценить наличие функционирующей ткани в исследуемом органе.

Радиофармацевтический препарат - это разрешенное для введения человеку с диагностической целью химическое соединение, в молекуле которого содержится радионуклид.

Технологии радионуклидной диагностики являются функциональными и физиологичными (т.е. не влияющими на течение нормального или патологического процесса жизнедеятельности органа и системы, который они отражают). Радионуклидная диагностика основана на дистанционной радиометрии и использовании радиофармпрепаратов, отличительная черта которых – способность накапливаться и распределяться в исследуемом органе в зависимости от наличия функционирующей ткани и отражать динамику протекающих в органе процессов.

Задачами радионуклидного исследования в онкологии являются:

1. выявление злокачественных новообразований различных органов и тканей;
2. дифференциальная диагностика злокачественных и доброкачественных процессов;
3. определение эффективности проводимого оперативного или консервативного лечения;
4. выявление продолженного роста опухолей.

ВИДЫ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Все радионуклидные исследования разделяют на динамические и статические. Динамические исследования проводятся с целью изучения динамики распределения РФП в том или ином органе. Они состоят из записи серии кадров (плоскостных сцинтиграмм) в течение определенного времени после внутривенной инъекции РФП. Затем с помощью компьютерных программ производят обработку данных и построение кривых распределения РФП. Наиболее часто динамические исследования используются при изучении функции почек, печени и желчных путей, щитовидной железы [4].

Статические исследования применяют для оценки пространственного распределения РФП в теле больного или в каком-либо органе. Рассчитывают накопление РФП в тканях, сравнивают накопление в различных участках органов, оценивают равномерность накопления внутри органа. Статические исследования проводятся путем записи одной плоскостной сцинтиграммы над определенной областью тела в течение времени, необходимого для накопления достаточного объема информации.

ОФЭКТ можно отнести к разновидности статических исследований, но в последнее время разработаны программы динамической однофотон-ной эмиссионной КТ.

Все радионуклидные методы также разделяют на методы радиографической визуализации и невизуализационные методы. При радиографической визуализации распределение РФП оценивается непосредственно по сцинтиграммам или томограммам. Невизуализационные методы включают в себя методы измерения количества радионуклида в биологических средах организма и образцах тканей [4].

В онкологии могут применяться такие методы как:

1. Сцинтиграфия
2. ОФЭКТ/КТ
3. ПЭТ в сочетании с КТ или МРТ (ПЭТ\КТ, ПЭТ\МРТ)

Рассмотрим каждый из этих методов подробнее.

ПЭТ/КТ

Очевидный недостаток ПЭТ - бедная анатомически информация изображений, что сильно затрудняет локализацию выявленных патологических очагов. Для

преодоления этого недостатка был создан совмещенный ПЭТ/КТ, прибор, позволяющий одновременно проводить два исследования. ПЭТ/КТ программно совмещает изображения этих диагностических модальностей и позволяет на одном срезе получить анатомическое изображение с наложенной на него картой метаболических процессов.

Изображение исследуемой анатомической области получается за счёт регистрации системой детекторов, расположенных в измерительном кольце (гентри), гамма квантов, образующихся при столкновении позитронов с электронами при распаде радиофармпрепарата (РФП), введенного пациенту. В клинических исследованиях наиболее распространенный РФП- ^{18}F фтордезоксиглюкоза (ФДГ), используемый для оценки энергетического метаболизма. Причина успеха этого препарата- высокий уровень его накопления в патологических очагах, в первую очередь злокачественных опухолях и метастазах, что сделало ПЭТ с ФДГ незаменимым в диагностике онкологических заболеваний.

что раковые клетки больше ,Суть диагностики в онкологии состоит в том больше ,эмиссия электронов идет активнее ,поглощают бета излучение от которых больше выделяется гамма ,электронных пар-образуется протонно В зоне опухоли свечение будет больше и будет четко отображаться на .квантов в отличие от КТ ,Опухолевые ткани четко видны на ПЭТ .снимке томографа или МРТ[2] .

Разные опухоли обладают различной интенсивностью поглощения Это .тем агрессивнее опухоль ,и чем больше интенсивность ,радионуклидов Ценность этого .играет большую роль для выбора метода лечения что он позволяет подобрать наиболее ,диагностического метода в том онкологическисособенно при лимфоидных о ,целесообразную форма терапии С помощью ПЭТ возможно определить эффективность .заболеваниях .в частности химиотерапии ,проведенного лечения

.При помощи метода ПЭТ можно определить размеры метастазирования пор .ния раковых клеток на ранних стадиях заболевания-распространение ПЭТ .как они начали увеличиваться ,раком лимфоидных узлов еще до того Метод дает уникальную .можно использовать для определения стадии рака в зависимости от данных ,позволяет изменить тактику лечения ,информацию С его помощью можно .ты леченияпрогнозировать результа ,исследования различные хронические ,дифференцировать здоровые и пораженные ткани в то время как пункции с ,воспалительные процессы от онкологических .негативным результатом не гарантируют отсутствие злокачественности в ,КТ имеет широкие показания в онкологической практике/Исследование ПЭТ частности при планировании лучевой терапии с помощью ПЭТ возможно более так и зоны ,точно определить границы как самого новообразования овияи тем самым создать усл ,субклинического распространения опухоли

облучения с точностью на патологический очаг с максимальным исключением облучения нормальных тканей

Ограничением метода ПЭТ является новообразования с низким уровнем опухоли нейроэндокринной, например, к которым относятся, гликолиза-бронхо, рак предстательной железы, клеточный рак почек-светло, природы [7] альвеолярная опухоль

-18) ДФГ-F18 К ложноположительным результатам при ПЭТ с

могут приводить воспалительные заболевания (фтордезоксиглюкоза нарушения пассажа мочи, повышенная моторика кишечника

при ее изучении получают. Роль ПЭТ в онкоурологии до сих пор не определена при использовании метода в диагностике и. Так, различные результаты мониторинге рака почки исследователи считают его ценным в диагностике

При раке, я локального рецидива метастазов и определении, первичной опухоли так как ФДГ значительно, мочевого пузыря ПЭТ имеет ограниченное значение а диагностика рака мочевого пузыря и, выделяется через мочевые пути

Тем не менее при помощи ПЭТ, прилежащих лимфатических узлов затруднена

При раке, деление местных и особенно отдаленных метастазов возможно опр оценить, молочной железы ПЭТ дает возможность выявить первичный очаг

По, выявить отдаленные метастазы, регионарные лимфатические узлы гнозировать можно по (SUV) «стандартизованного уровня захвата» показателю при %55 если в процессе лечения он снизился на, эффективность лечения

При опухолях печени эффективность лечения, контрольных обследований

Повышение этого показателя в очаге, SUV тоже оценивается по показателю

, расценивается как прогрессирование заболевания %25 поражения более чем на Существует ряд, частичный метаболический ответ - %25 снижение на

используемых в диагностике злокачественных опухолей и их, препаратов

Повышенное накопление, способных накапливаться в селезенке, метастазов диагностический признак-рассматривается как дифференциально РФП

, поражения селезенки опухолевым процессом

толстого кишечника возможно, желудка, пищевода. При опухолях легких

проведение дифференциальной диагностики между доброкачественными и опухолями на основе сочетания признаков злокачественного злокачественными

Значительно упрощается, поражения органа при КТ и степени захвата ДФГ

а, определение стадии опухолевого процесса как при первичной диагностике

, химиотерапия, операция) также после применения различных видов лечения

. КТ позволяет выявить рак яичников на ранних стадиях/ПЭТ. (лучевая терапия

Он длительное время протекает бессимптомно и у большинства женщин

Опухоль, когда уже имеются отдаленные метастазы, выявляется поздно

, легкие, таз малого таза и брюшной полости метастазирует в лимфатические уз, кости, печени

Для выявления заболевания на ранней стадии актуально проводить

, среди женщин из группы высокого риска (КТ/ПЭТ) исследование

. Исследование позволяет увидеть не только наличие злокачественной опухоли

соотношение с другими, форму, структуру, локализацию, но и ее размеры. В дальнейшем проводится исследование для оценки, данными малого таза и т. когда уровень онкомаркеров, диагностики рецидива, эффективности лечения. а другие методы диагностики не выявляют опухоль, повышен один из основных методов диагностики лимфопролиферативных – КТ-ПЭТ. За одно обследование возможно получить специфическую, ний-заболевания оценить эффективность, определить стадию процесса, картину всего тела, радиотерапии, чения на любом этапе химиотерапии. КТ при диагностике рецидивов/Отмечается высокая чувствительность ПЭТ заболевания и оценке распространённости процесса.

Показания к ПЭТ исследованиям

В европейских странах и США они отличаются, что связано с оплатой ПЭТ исследований страховыми компаниями. Например, в Италии любые ПЭТ исследования покрывает медицинская страховка, а в Германии и России ПЭТ не входит в программу обязательного медицинского страхования. В США, Франции, Великобритании, Швейцарии оплата ПЭТ зависит от заболевания, по поводу которого проводилось исследование [3].

Тем не менее на основании многолетнего опыта и независимо от политики страховых компаний составилось представление, когда применение ПЭТ может принести наибольшую пользу для пациента [3]:

1. Опухоли головы и шеи
 - Дифференциальная диагностика злокачественного и доброкачественного процесса
 - Выявление метастазов в регионарные лимфоузлы
 - Выявление отдаленных метастазов
 - Определение рецидива опухоли
2. Опухоли щитовидной железы
 - Дифференцированная карцинома: определение стадии опухоли
 - Медулярная карцинома: определение стадии опухоли
3. Опухоли неясной локализации (при выявленных отдаленных метастазах)
 - Локализация первичной опухоли
4. Рак легкого
 - Немелкоклеточный рак: выявление метастазов в регионарные лимфоузлы, выявление отдаленных метастазов, определение рецидива опухоли
 - Дифференциальная диагностика злокачественного и доброкачественного процесса при одиночном узле в легком

5. Рак молочной железы

- Выявление метастазов в регионарные лимфоузлы
- Выявление отдаленных метастазов
- Оценка эффективности терапии

6. Рак пищевода и желудка

- Выявление метастазов в регионарные лимфоузлы
- Выявление отдаленных метастазов

7. Рак толстой кишки

- Выявление метастазов в регионарные лимфоузлы
- Выявление отдаленных метастазов
- Определение рецидива опухоли

8. Рак поджелудочной железы

- Выявление отдаленных метастазов

9. Лимфома (болезнь Ходжкина и неходжкинская лимфома)

- Определение стадии заболевания
- Оценка эффективности терапии
- Определение рецидива

10. Меланома

- Выявление метастазов в регионарные лимфоузлы при индексе Бреслоу более 1.5 мм
- Выявление отдаленных метастазов при индексе Бреслоу более 1.5 мм
- Определение рецидива

11. Опухоли костей и мягких тканей

- Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей
- Выявление отдаленных метастазов

12. Опухоли мочеполовой системы

- Выявление отдаленных метастазов

13. Опухоли головного мозга

- Уточнение опухолевого генеза очагового образования головного мозга
- Определение точных границ и размеров опухоли при неясных КТ или МРТ данных
- Определение степени злокачественности опухолей

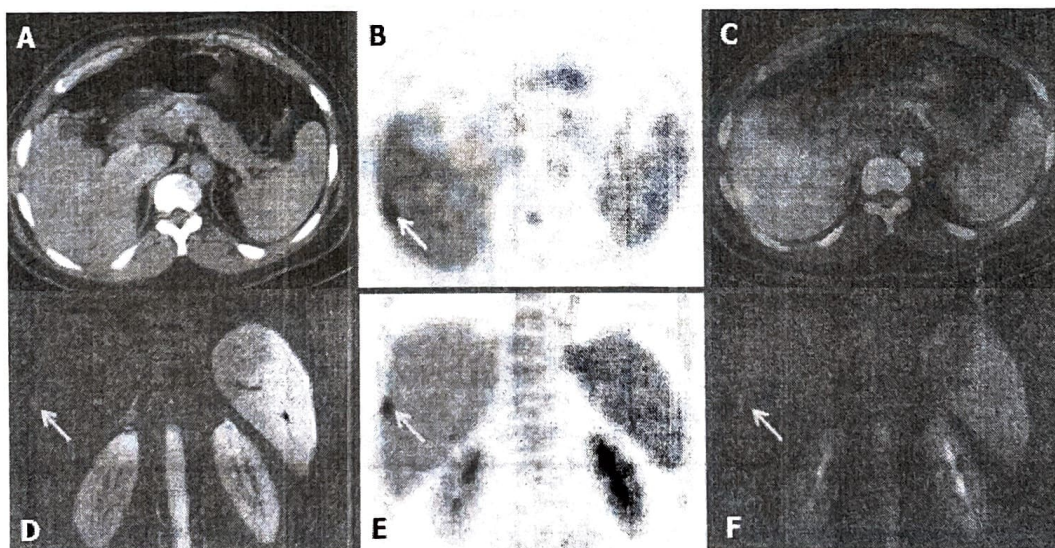
- Выбор мишени для стереотаксической биопсии
- Оценка радикальности удаления опухоли
- Дифференциальная диагностика между продолженным ростом опухоли и лучевым поражением
- Мониторинг эффективности лучевого и химио лечения

ПЭТ/МРТ

ПЭТ/МРТ метод, который появился в 2011 году одновременно, как и в США, так и в Европе. Данный метод исследования считается помимо того, что более информативным так и более безопасным в сравнении с ПЭТ/КТ. При ПЭТ/МРТ пациент получает дозу излучения только при ПЭТ исследовании от радиофармпрепарата.

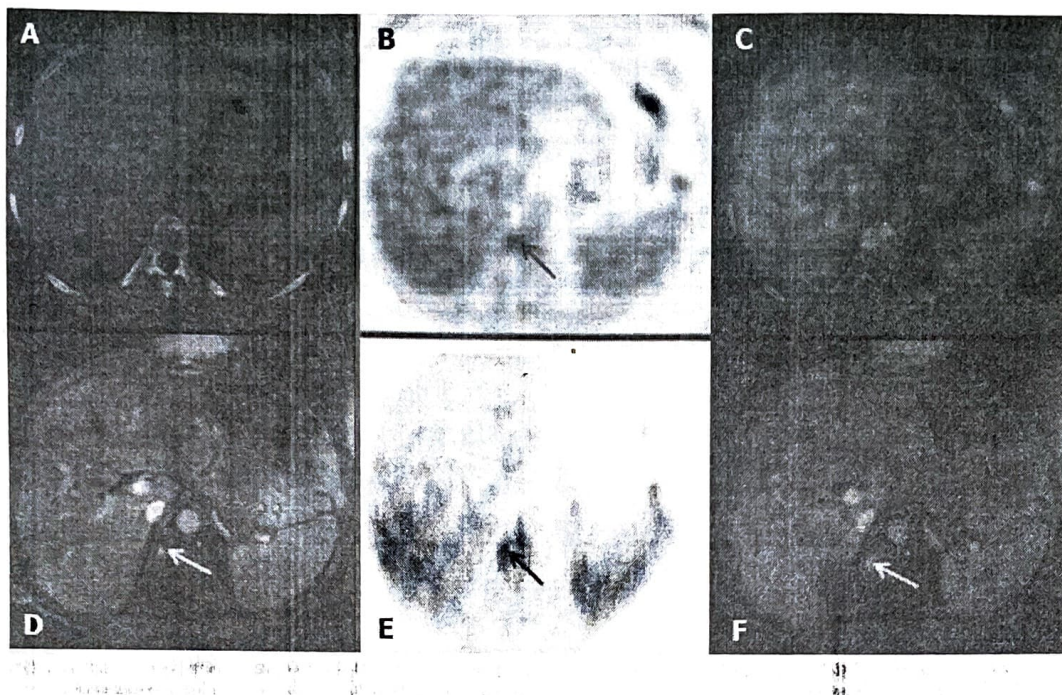
Ниже представлены снимки из двух научных исследований, в которых сравнивали ПЭТ/МРТ и ПЭТ/КТ [5].

На первой серии снимков пациент с раком толстой кишки. ПЭТ/КТ верхний ряд, а ПЭТ/МРТ нижний ряд. На КТ снимках не визуализируется горячий очаг, который чётко выявляется на ПЭТ снимке. На МРТ изображении определяется очаг в печени также, как и на ПЭТ и ПЭТ/МРТ [5].



На второй серии снимков пациента с раком молочной железы на КТ снимке вновь очаг, который соответствует горячему очагу на ПЭТ, не выявляется. В этом случае по данным ПЭТ/КТ сложно (невозможно) провести анатомическую

корреляцию очага, но по данным МРТ. ПЭТ и ПЭТ/МРТ это возможно. На МРТ очаг в теле позвонка, что соответствует горячему очагу на ПЭТ и области повышенного метаболизма в теле данным ПЭТ/МРТ.



Радиофармпрепараты, используемые при проведении ПЭТ

Обычно используются ультракороткоживущие позитрон-излучающие радионуклиды. Период полураспада ультракороткоживущих радионуклидов составляет от 2 часов до нескольких минут. Наличие позитрон излучающих радионуклидов (^{18}F , ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O) позволяет изучать на клеточном уровне такие быстро протекающие процессы, как перфузия и метаболизм тканей. В клинической практике используются следующие метаболиты. Данные приведены в табл. 1. [1].

Наиболее часто для диагностики онкозаболеваний и оценки качества лечения используются такие метаболиты, как:

1. Фтордезоксиглюкоза - ^{18}F ФДГ (основной РФП, используемый при ПЭТ);
2. ^{11}C метионин, ^{11}C Бутират (для ЦНС)
3. Технеций-99 (РФП для сцинтиграфии костей)

^{18}F ФДГ относится к неспецифическим туморотропным РФП. В основном этот РФП используется для диагностики злокачественных новообразований.

дифференциальной диагностики и оценки качества лечения.

ИИС метионин преимущественно используется в нейроонкологии, так как на капливается в большинстве объёмных образований головного мозга. Однако, следует отметить, что этому РФП составляет диагностическую конкуренцию такой РФП, как ИИС бутират натрия (ИИС БН), который позволяет с большей точностью провести оценку степени злокачественности объёмного процесса [1].

Необходимо соблюдать определённые правила подготовки перед диагностикой щитовидной железы и лёгких. Остальные виды обследования не требуют какой-либо подготовки. Перед радионуклидной диагностикой щитовидной железы: за 2 месяца до процедуры исключить все препараты, содержащие йод и пищу, им богатую; не принимать L-тироксин и его аналоги как минимум за 3 недели. Перед радионуклидной диагностикой лёгких: минимум за 6 часов исключить приём пищи; не курить перед обследованием; во избежание получения искажённых результатов не принимать за 30 дней лекарства: антибиотики, адсорбенты, радиофармпрепараты, лекарственные средства на основе висмута, противоязвенные препараты; если пациент проходил процедуру эндоскопии, диагностика возможна через 7 дней после неё [2].

Сцинтиграфия

Несмотря на появление новых технологий, основным методом диагностики костных метастазов остается сцинтиграфия с мечеными ^{99m}Tc фосфатами. Это метод радионуклидного исследования внутренних органов, основанный на визуализации с помощью сцинтилляционной гамма-камеры распределения введенного в организм радиофармацевтического препарата. При сцинтиграфии всегда используют радиофармацевтические препараты (РФП), меченные гамма-излучающими радионуклидами [2].

Применяемые для сцинтиграфии гамма-камеры снабжены детектором (сцинтилляционным кристаллом), фотоэлектронными умножителями (ФЭУ) и сменными свинцовыми коллиматорами (тубусами для экранирования детектора). Поступающие через отверстия в коллиматоре гамма-кванты от РФП, распределенного в теле пациента, возбуждают в кристалле вспышки — сцинтилляции, которые учитываются ФЭУ и при посредстве электронного блока формируются в позиционный сигнал на электроннолучевой трубке. Фотографическая или поляроидная камера, приставленные к электроннолучевой трубке, позволяют получать фото-изображения, называемые сцинтиграммами. Сцинтиграфию проводят как в специальном помещении на стационарных гаммакамерах, так и в палатах с помощью передвижных гамма-

Нуклид	Вещество	Наименование РФП	Назначение индикатора и область его применения
^{15}O	Вода	^{15}O -вода	Скорость регионального кровотока (в ГМ)
^{82}Rb	Хлорид рубидия	^{82}Rb -хлорид	Скорость региональной перфузии (в миокарде)
^{13}N	Аммоний	^{13}N -аммоний	Скорость региональной перфузии (в миокарде)
^{11}C	Метионин	^{11}C -метионин	Скорость синтеза белков (в опухолях ГМ)
^{11}C	Тирозин	^{11}C -тирозин	Скорость синтеза белков (в опухолях ГМ)
^{11}C	Тимидин	^{11}C -тимидин	Скорость пролиферативной активности
^{11}C	Холин	^{11}C -холин	Скорость синтеза фосфолипидов – маркер мембранообразования (рак предстательной железы и его метастазов)
^{11}C	Ацетат	^{11}C -ацетат	Скорость окислительного метаболизма (в миокарде и ГМ)
^{11}C	Пальмитиновая кислота	^{11}C -пальмитиновая кислота	Скорость метаболизма жирных кислот (в миокарде)
^{18}F	Фтордезоксиглюкоза	2- ^{18}F -2-деокси-D-глюкоза (^{18}F -ФДГ)	Скорость метаболизма (трансмембранного переноса) глюкозы
^{18}F	ДОФА	^{18}F -фтордигидроксифенилаланин (^{18}F -ДОФА)	Концентрация дофаминовых рецепторов в ГМ и в некоторых опухолях (медулярный рак щитовидной железы, опухоли поджелудочной железы, гастроинтестинальная стромальная опухоль, опухоли головного мозга)
^{18}F	Тирозин	^{18}F -фторэтилтирозин (^{18}F -ФЭТ)	Скорость трансмембранного переноса аминокислот (в опухолях)
^{18}F	Фторид	^{18}F -ион (флюорид)	Скорость обмена кальция (выявление костных метастазов)
^{18}F	Тимидин	3-деокси-3-[^{18}F]-фтортимидин (^{18}F -ФЛТ)	Скорость пролиферативной активности в опухолевых клетках
^{18}F	Холин	^{18}F -холин	Скорость синтеза фосфолипидов – мембранообразования (при раке предстательной железы и его метастазах в ГМ, опухолях пищевода)

Табл. №1

камер. В отличие от сканирования учет излучения ведется одновременно по всему полю, что дает возможность при регистрации отдельных кадров с интервалом до 0,1 с определять характер перемещения РФП в исследуемом органе [4].

Для изучения анатомо-топографического состояния внутренних органов и обнаружения в них очагов патологического распределения РФП обычно ограничиваются выполнением одной сцинтиграммы (статическая сцинтиграфия). Ряд методик статической сцинтиграфии основан на получении диагностической информации по повышенному накоплению РФП в патологическом очаге. Например, при метастатическом поражении скелета РФП распределяются в метастазах в большем количестве, чем на других участках, что отображается на сцинтиграммах в виде «горячих» очагов. Сцинтиграфия с остеотропным РФП во многих случаях позволяет обнаруживать метастазы опухоли в кости за 4—6 мес. до появления их рентгенологических признаков. В опухолях головного мозга вследствие нарушения в зоне поражения гематоэнцефалического барьера часто происходит задержка РФП. Накопление РФП отображается на сцинтиграммах в виде «горячего» очага, соответствующего опухолевому образованию. При сцинтиграфии щитовидной железы с использованием ^{131}I получают отчетливое изображение всей железы. Однако при токсической аденоме щитовидной железы РФП накапливается только в патологическом очаге, а нормально функционирующая ткань железы на сцинтиграммах не выявляется. Лишь после введения больному тиреотропного гормона гипофиза, стимулирующего функцию щитовидной железы, можно получить на сцинтиграммах изображение ее нормально функционирующей ткани. Для сцинтиграфии легких используют меченые макро- и микроагрегаты альбумина сыворотки крови человека, которые задерживаются в капиллярах легких. В ряде случаев о патологических изменениях в органе судят по снижению или отсутствию РФП в нем. При этом на сцинтиграммах появляются «холодные» очаги, отображающие утрату функциональной активности ткани в области опухоли, кисты, разрастания соединительной ткани, снижения кровотока. Для изучения функций внутренних органов особенно сердечно-сосудистой системы, почек) целесообразно производить серию сцинтиграмм в течение определенного промежутка времени (динамическая), что, как правило, более информативно, чем одна сцинтиграмма, и при этом используют РФП, способные быстро накапливаться в органе или выводиться им, либо быстро проходить через этот орган, не участвуя в обмене веществ. Продолжительность записи и ритм получения сцинтиграмм выбирают в зависимости от особенностей функционирования органа, характера РФП, задач диагностики (1 кадр в 1 с, 1 мин и т.д.). Для записи быстро протекающих процессов (например, деятельности сердца) применяют специальные устройства, позволяющие упорядочить сбор информации, связав серию изображений органа с отдельными фазами его цикла. При динамической

сцинтиграфии регистрируется большое количество кадров в определенный промежуток времени [4].

ОФЭКТ/КТ

Клиническое использование позитронно-эмиссионной томографии может быть ограничено ввиду известных трудностей в получении короткоживущих радионуклидов. Напротив, ОФЭКТ/КТ позволяет быстро выполнить исследование с высоким качеством изображения.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ или ОЭКТ) (англ. Single-photon emission computed tomography, SPECT) — разновидность эмиссионной томографии; диагностический метод создания томографических изображений распределения радионуклидов. В ОФЭКТ применяются радиофармпрепараты, меченные радиоизотопами, ядра которых при каждом акте радиоактивного распада испускают только один гамма-квант (фотон) (для сравнения, в ПЭТ используются радиоизотопы, испускающие позитроны, которые, в свою очередь, при аннигиляции с электроном испускают два гамма-кванта разлетающиеся в разные стороны вдоль одной прямой)[6].

Метод нашел применение в онкологической, кардиологической, неврологической практике, где результаты только ОФЭКТ были убедительными [4].

Высокая диагностическая эффективность ОФЭКТ/КТ в онкологии определяется возможностью разграничивать доброкачественные процессы в костях скелета от злокачественных, в том числе метастатических. Ряд исследований, проведенных для оценки эффективности ОФЭКТ/КТ в диагностике костных метастазов, показали высокий уровень чувствительности и специфичности метода. Возможности совмещенной технологии облегчают интерпретацию сканограмм, что, в конечном итоге, способствует снижению доли неопределенных заключений

Медицинские противопоказания и осложнения

Противопоказания общие с другими радионуклидными исследованиями: общее тяжелое состояние больного, трудности транспортировки в лабораторию, невозможность выдержать время исследования (его продолжительность вместе с подготовкой более двух часов) неподвижно. В силу того, что биологические соединения присутствуют в РФП в ничтожно малых количествах (10-14 – 10-10 г), они не имеют побочных действий, не вызывают аллергических реакций и не оказывают фармакологических эффектов [4].

Заключение

Ранняя диагностика злокачественных новообразований остается одной из наиболее актуальных задач современной медицины. Возможности методов ядерной медицины в онкологии основаны в первую очередь на выявлении метаболических нарушений в опухолях и окружающих тканях. Принцип функциональной визуализации опухолей отличает методы ядерной медицины от анатомо-топографических методов лучевой диагностики (ультразвуковой томографии, рентгеновской компьютерной томографии и магнитнорезонансной томографии), которые оценивают динамику новообразований по изменению их размеров и структуры. Особенности радионуклидных методов позволяют использовать их для выявления опухолевых поражений в ситуациях, когда структурные изменения не определяются или неспецифичны, а также для оценки раннего ответа опухоли на специфическую терапию, в целях прогнозирования результатов лечения.

Список литературы

1. Зыков Е. М., Поздняков А. В., Костеников Н. А. Рациональное использование ПЭТ и ПЭТ-КТ в онкологии // Практическая онкология. – 2014. – Т. 15. – №. 1. – С. 31. -
https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:HZuqoBI8NBwJ:scholar.google.com/+пэт&hl=ru&as_sdt=0,5
2. Галченко Л. И., Толмачёв К. В. Позитронная эмиссионная томография в диагностике заболеваний // Альманах сестринского дела. – 2018. – Т. 11. – №. 1. – С. 24-30. - **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
3. Рудас М. С., Насникова И. Ю., Матякин Г. Г. Позитронно-эмиссионная томография в клинической практике // Учебно-методическое пособие. М.: Центральная клиническая больница УДП РФ. – 2007. **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
4. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика : учебник / Г. Е. Труфанов и др. ; под ред. Г. Е. Труфанова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 496 с. - ISBN 978-5-9704-3960-9. - Текст : электронный // URL : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
5. Massachusetts General Hospital Department of Radiology - **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
6. Глушков Евгений Александрович, Кисличко Анатолий Григорьевич, Рамазанова Мадина Султановна Эффективность ОФЭКТ/КТ в обнаружении костных метастазов при раке молочной железы и простаты // Сибирский онкологический журнал. 2015. №6. URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
7. Сергеев Николай Иванович, Фомин Дмитрий Кириллович, Котляров Петр Михайлович, Солодкий Владимир Алексеевич Сравнительное исследование возможностей ОФЭКТ/КТ и магнитно-резонансной томографии всего тела в диагностике костных метастазов // Вестник РНЦПР. 2015. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-issledovanie-vozmozhnostey-ofekt-kt-i-magnitno-rezonansnoy-tomografii-vsego-tela-v-diagnostike-kostnyh-metastazov> (дата обращения: 16.02.2021).