

ПРИМЕНЕНИЕ ГАММА-КАМЕРЫ «ОФЭКТ-2» ПРИ ДИАГНОСТИКЕ КОСТНЫХ МЕТАСТАЗОВ

А.С. Раевский¹, А.В. Демин¹, О.И. Паскевич²

¹ Институт сцинтилляционных материалов НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины, пр-т Ленина, 60, Харьков, 61001
e-mail: raevskiy@isma.kharkov.ua

² Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева АМН Украины, ул. Пушкинская, 82, Харьков, 61024

Приведена информация о принципах радионуклидной диагностики и истории производства отечественных однофотонных электронных компьютерных томографов (ОФЭКТ). Дана краткая информация о двухдетекторном цифровом томографе «ОФЭКТ-2», разработанном в Институте сцинтилляционных материалов НАН Украины. Указаны основные аппаратные и технические возможности данного прибора. Приведены образцы медицинских изображений, полученных при предварительном медицинском тестировании системы в Институте медицинской радиологии.

Введение

Ядерная медицина – наука, которая изучает использование радиофармацевтических препаратов с диагностической и лечебной целью, – зародилась еще в 20-х годах XX столетия. Сначала были созданы методики радиометрии, радиографии, сканирования органов и систем, потом появилась ядерно-медицинская диагностическая аппаратура нового класса, использующая методы эмиссионной компьютерной томографии, – однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Первое такое устройство с аналоговым формированием изображений было разработано в США в 1964 году. Идея создания эмиссионных компьютерных томографов возникла почти одновременно с идеей создания рентгеновских компьютерных томографов. Однако темпы реализации промышленных ОФЭКТ и ПЭТ оказались значительно более медленными, что было обусловлено отсутствием возможности создания в теле

человека источника излучения достаточно высокой активности. И только после того, как было организовано массовое производство генераторов и циклотронов для получения короткоживущих и ультракороткоживущих радионуклидов, была создана база для широкого клинического применения эмиссионных компьютерных томографов.

Принцип радионуклидной диагностики

Суть радионуклидного метода исследования состоит в том, что больному вводится фармпрепарат, соединенный с радионуклидной меткой. В зависимости от введенного радиофармпрепарата (РФП) он накапливается в том или ином органе. Радиоактивная метка, химически связанная с фармпрепаратом, излучает гамма-кванты и, таким образом, является индикатором его распределения. Сцинтилляционный кристалл NaI(Tl) под воздействием гамма-излучения излучает фотоны видимого света (сцинтилляции) (Рис. 1). Особенности такого распределения позволяют диагностировать различные за-

болевания, определять распространенность патологического процесса, оценивать функциональное состояние органов и физиологических систем и определять эффективность лечения. Задачей гамма-камеры является регистрировать гамма-кванты, испускаемые меткой, восстановить по этим данным распределение радиофармпрепарата в организме пациента, представить его в удобной форме на экране компьютера и предоставить врачу необходимый инструментарий для обработки медицинских изображений и постановки диагноза.

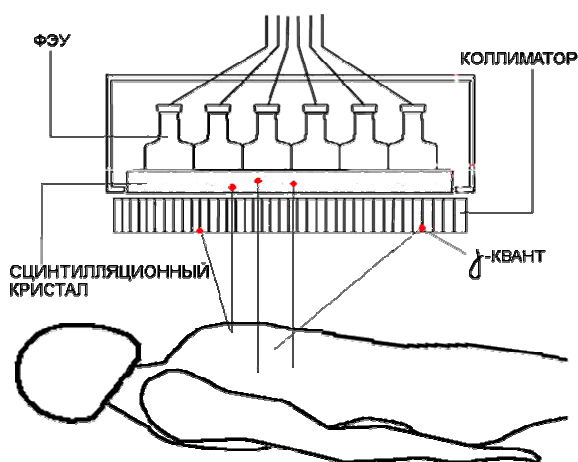


Рис. 1. Устройство гамма-камеры.

Наряду с другими методами лучевой диагностики, такими как рентгенологический (КТ), ультразвуковой или магнитно-резонансный, которые позволяют судить о морфологическом и функциональном состоянии органов, радионуклидный метод диагностики обеспечивает получение специализированной информации, основанной на специфических характеристиках. В зависимости от используемого радиофармпрепарата можно получать изображения органов, пораженных раковой опухолью и метастазами, или, наоборот, нормально функционирующую часть органа. К несомненным достоинствам метода следует отнести высокую информативность, сравнительно низкую лучевую нагрузку, которая, при использовании большинства современных радиофармпрепаратов, не превышает нагрузки рент-

геновского снимка и сравнима с флюорографическим исследованием.

Производство и применение отечественных гамма-камер

В период с 1996 г. по 1998 г. в соответствии с государственной программой развития медицинской техники НТК "Институт монокристаллов" (г. Харьков) разработал и изготовил гамма-камеру, которая получила название "Тамара". Было изготовлено 32 экз. томографа "Тамара", из которых 30 шт. установлено в медицинских учреждениях Украины и 2 шт. поставлены в Россию. В 2001 г. была разработана новая томографическая камера "ОФЭКТ-1" с прямоугольным полем зрения большой площади. Были проведены медицинские испытания томографа "ОФЭКТ-1". За период с 2002 по 2005 г. были изготовлены 8 гамма-камер "ОФЭКТ-1".

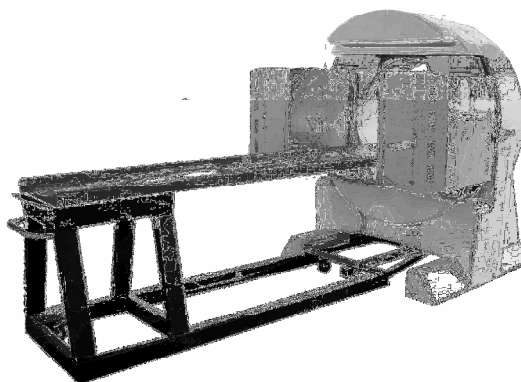
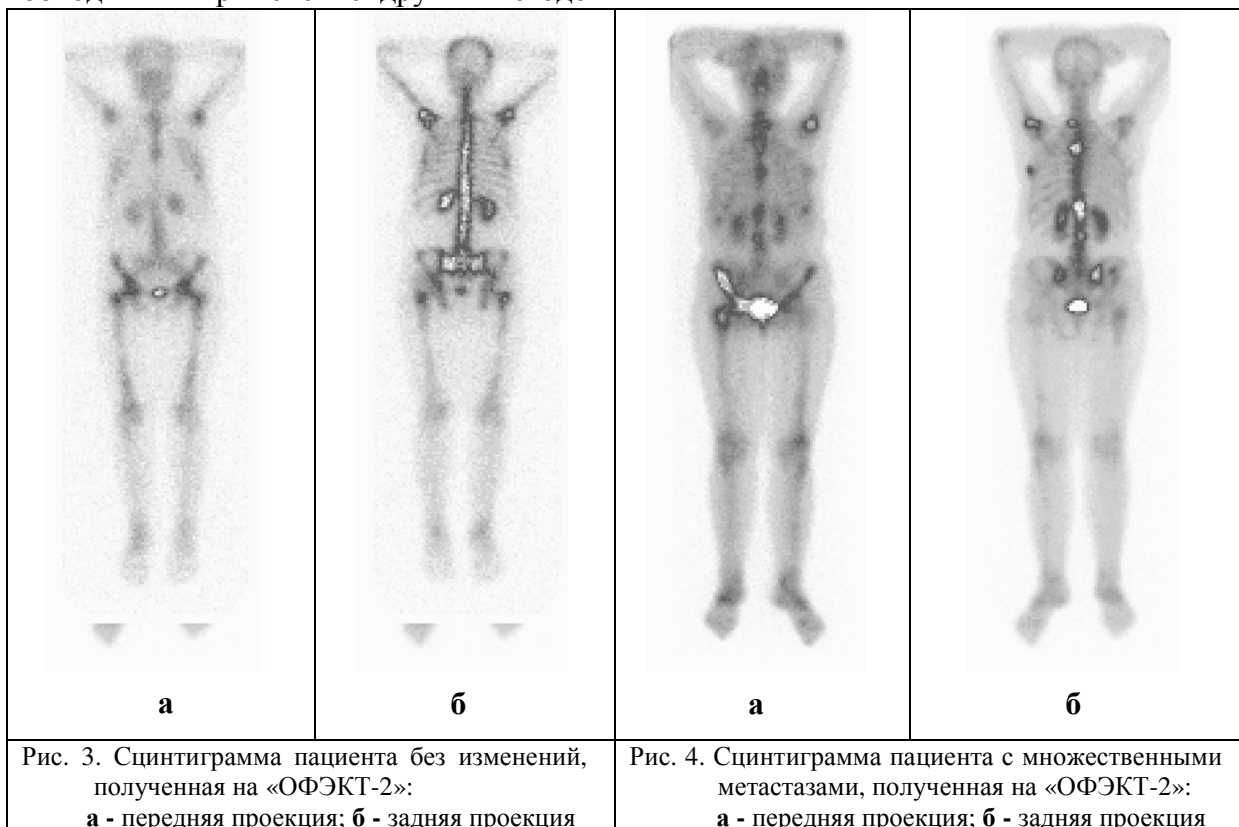


Рис. 2. Вид гамма-камеры «ОФЭКТ-2».

Первоначально радионуклидные методы применялись, в основном, при диагностике онкологических заболеваний, теперь акценты переместились на функциональные исследования почек, печени, головного мозга, сердца и других органов. Данная статья посвящена разработке и параметрам гамма-камеры общего назначения (ОФЭКТ-2) (Рис. 2). Камера была разработана и изготовлена Институтом сцинтилляционных материалов НАН Украины в соответствии с проектом, который проводился по поручению Национальной академии наук Украины. Новая

гамма-камера ОФЭКТ-2 дает возможность проводить статические и динамические исследования органов и систем при различных заболеваниях. К широко распространенным статическим методам радионуклидной диагностики относится остеоцинтиграфия, признанная во всем мире основным скрининговым методом определения степени распространенности метастазирования при раке предстательной и грудной железы, а также некоторой другой онкологической патологии. Визуализация очагов гиперфиксации радиофармпрепарата (РФП) свидетельствует о наличии очагов пластической перестройки костной ткани. Высокая чувствительность метода дает возможность диагностировать перестройку костной ткани также при воспалительных, дегенеративно-дистрофических процессах, травматических повреждениях скелета. Процент относительного накопления РФП (критерий злокачественности) свидетельствует о доброкачественной или злокачественной (Рис. 3 и Рис. 4) природе заболевания. Однако специфичность данного метода относительно не высокая, что делает необходимым применение других методов

лучевой диагностики, то есть комплексного обследования пациента. Методика тиреосцинтиграфии является одним из широко применяемых диагностических тестов определения рака щитовидной железы. Наличие так называемого «холодного» очага – отсутствия фиксации РФП, свидетельствует о наличии онкологического процесса тиреоидной ткани не зависимо от морфологической структуры опухоли. К наиболее распространенным динамическим методикам относится динамическая реносцинтиграфия, которая не только дополняет рентгенологическую диагностику мочевыделительной системы (выделительная урография), но часто является основным методом в постановке диагноза. По характеру полученных ренограмм можно судить о фильтрационно-эскреторной функции почек, оценить объем функционирующей паренхимы при различной патологии (пиелонефрит, гломерулонефрите, гидронефрозе, первично, вторично сморщенной почке, обструкции мочеточника, почечной недостаточности и др.).



Описание гамма-камеры «ОФЭКТ-2»

«ОФЭКТ-2» - является двухдетекторной цифровой гамма-камерой общего назначения. Наличие двухдетекторной схемы позволяет производить большинство

исследований в 2 раза быстрее, а также повысить качество получаемых изображений. Пространственное разрешение и габариты «ОФЭКТ-2» приведены в таб. 1.

Таблица 1. Основные параметры и размеры гамма-камеры «ОФЭКТ-2»

Размер полезного поля зрения каждого детектора, не меньше	520мм x395мм
Собственное пространственное разрешение в полезном поле зрения, не больше	3,9 мм
Собственное пространственное разрешение в собственном поле зрения, не больше	3,8 мм
Габаритные размеры, мм, не больше	
1. штатив длина x ширина x высота	1250 x 1524 x 1862
2. блок детектора длина x ширина x высота	694 x 596 x 416

В качестве детектора используется сцинтилляционный кристалл NaI(Tl) размером 585x470 мм и толщиной 9,5 мм. В качестве радиофармпрепарата использовался ^{99m}Tc -пирофосфат. 55 гексагональных фотоэлектронных умножителей (ФЭУ) полностью покрывают сцинтилляционный кристалл для полного сбора света, что обеспечивает наилучшее пространственное и энергетическое разрешение. Для уменьшения фона корпус детектора имеет свинцовое экранирование толщиной не менее 10 мм. Гамма-камера может быть сконфигурирована для работы в режимах сканирования всего тела, сканирования головного мозга и исследования сердца. Разработана независимая электроника сбора данных в каждой детектирующей головке.

Функциональное назначение гамма-камеры «ОФЭКТ-2» состоит в том, что она обеспечивает радионуклидную гамма-сцинтиграфию в режимах:

1. Планарной одно- и многокадровой статической визуализации;
2. Планарной динамической визуализации, при которой могут быть получены изображения в различные моменты времени относительно начала обследования;

3. Сканирования всего тела;
4. Томографического обследования, при котором необходимо обеспечивать получение совокупности изображений в эквидистантных ракурсах относительно оси, вокруг которой выполняется перемещение блоков детекторов;

5. Использования РФП, энергия гамма-излучения которых соответствует диапазону от 60 кэВ до 360 кэВ, с возможностью работы одновременно с двумя РФП с различными энергиями;

6. Накопления информации в матрицах сбора.

Гамма-камера обеспечивает возможность управления процессом исследования и ввода начальных данных, а именно:

1. Ввод данных про пациента, врача и характер обследования, которое проводится;
2. Ввод режима обследования;
3. Ввод параметров, которые детализируют запланированное обследование;
4. Визуализацию энергетического спектра зарегистрированного гамма-излучения;
5. Визуализацию текущей информации в процессе исследований.

Кроме того, гамма-камера обеспечивает следующие возможности обработки и визуализации результатов обследований:

1. Регулирование контрастности изображений кадров;
2. Арифметические действия с кадрами и группами кадров;
3. Вращение и поворот матрицы кадра;
4. Получение изометрии кадра;
5. Получение профильных кривых распределения расчетов по матрице кадра;
6. Выделение зон интереса по матрице кадра;
7. Вычисление кривых по зонам интереса динамического обследования в графической форме, их сохранение и группировку;
8. Сохранение текучих модифицированных матриц на ПЭВМ визуализации;
9. Определение на изображении срезов контуров тела пациента;
10. Формирование протокола обследования.

Предполагаемый средний полный срок службы разработанной гамма-камеры должен составлять не менее 5 лет.

Заключение

Потребность в эмиссионных компьютерных томографах в соответствии с принятыми мировыми стандартами составляет 2÷8 шт. на 1 млн. населения (минимальная потребность для Украины 100

экз.). В соответствии с международными стандартами потребность в позитронных эмиссионных томографах (ПЭТ) 0,2 – 0,4 на 1 млн. населения. Таким образом, потребность для Украины составляет 10 – 20 томографов. В странах СНГ внедрение методов радионуклидной диагностики сдерживается в основном из-за отсутствия современного аппаратного оснащения. Особенно не хватает специализированного оборудования, которое может использоваться для обнаружения и диагностики онкологических заболеваний.

В среднем, количество заболевших раком в нашей стране имеет прирост порядка 3,5% в год. При этом ежегодно в Украине регистрируется около 160 тыс. новых случаев онкозаболеваний. По данным Минздрава, за последние 20 лет уровень онкозаболеваний среди мужчин вырос на 47%, а среди женщин – на 35%. Более 90 тыс. украинцев ежегодно умирают от этой болезни.

Поэтому создание недорогой и эффективной гамма-камеры с улучшенным программным обеспечением (по сравнению с ПЭТ-томографом стоимостью несколько миллионов \$), позволяющей диагностировать различные органы и системы в различных режимах, является важной и полезной задачей.

Большая признательность выражается врачам-радиологам Института медицинской радиологии им. С.П. Григорьева АМН Украины (г. Харьков) за помощь и рекомендации при проведении медицинских испытаний.

Литература

1. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т. 1: Пер. с англ./Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991.
2. H.O Anger, Scintillation camera with multichannel collimators, Journ. Of Nucl. Medicine, 1964 vol. 5, p. 515-531.
3. M.J. Weber, Inorganic scintillation: today and tomorrow, J. Lumin., 2002 vol. 100, p. 35-35.

APPLICATION OF «*OFEKT-2*» GAMMA-CAMERA FOR BONE METASTASE DIAGNOSING

A.S. Raievskiy¹, A.V. Demin¹, O.I. Paskevich²

¹ Institut for scintillation materials STC “Institut for single crystals” Ukr. Nat. Acad. Sci., Lenin ave., 60, Kharkov, 61001

e-mail: raevskiy@isma.kharkov.ua

² Institut for medical radiology by S.P. Grigoriev Ukr. Med. Acad. Sci., Pushkinskaya st., 82, Kharkov, 61024

Information on the basics of radionuclide diagnosis and the history of Ukrainian single-photon emission computing tomography is presented. A fully digital OFEKT-2 tomographer, developed in the Institute for Scintillation Materials, NAS of Ukraine, is briefly described. Basic specifications of the gamma-camera are given. Images acquired during the gamma-camera preliminary testing at the Institute for Medical Radiology, are shown.