Министерство общего и профессионального образования РФ

Ульяновский Государственный Университет

# Институт Медицины Экологии и Валеологии

## Медицинский факультет

#### Кафедра лучевой диагностикт и лучевой терапии

**РЕФЕРАТ**

На тему:

«Физические и биологические аспекты радионуклидных исследований.

Структура методов»

Реферат по дисциплине «Лучевая диагностика» на тему «Физические и биологические аспекты радиоизотопных исследований» студента группы Л-411, четвёртого курса Медицинского Факультета Института Медицины Экологии и Валеологии Ульяновского Государственного Университета, Мальцева Андрея Александровича.

### Ульяновск, 2000

ФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОНУКЛИДНОЙ ДИАГНОСТИКИ.

**СТРУКТУРА МЕТОДОВ.**

**Радионуклидные методы исследования** это методы визуализации функционального и, отчасти, анатомического состояния органов и тканей, при помощи излучения, полученного от введенного внутрь радиофармацевтического препарата. Таким образом, отличие этой группы методов от остальных методов лучевой диагностики состоит в том, что для визуализации используется не проходящее через тело (трансмиссионное) пациента (рентгеновские методы) и не отраженное от тканей (ультразвуковые методы), а исходящее изнутри (эмиссионное) излучение.

**Радиофармацевтические препараты** – это химические вещества, содержащие в составе своей молекулы радиоактивные изотопы, т.н. «меченые» изотопом вещества. В зависимости от цели исследования применяют либо метаболические радиофармацевтические препараты (т.е. молекула РФП является одним и звеньев того или иного метаболического процесса) – для изучения метаболизма, либо радиофармацевтические препараты перфузионного типа распределения (молекула РФП не является частью метаболической цепочки, и имеет определённые размерные характеристики, т.е. распределение РФП зависит большей частью от перфузии того или иного органа; как правило, применяются меченные макроагрегаты альбумина). Так-же, в лабораторной практике исспользуют меченные антитела для проведения радиоиммунных анализов. Используют, как правило, препараты для внутривенного введения. Для исследования функции лёгких применяют газообразный РФП для ингаляции (Xe133). Идеальный радиофармацевтический препарат должен распространяться только в пределах заинтересованной анатомической области, период полураспада радиоактивного компонента РФП должен быть равен примерно 1/3 продолжительности исследования, период полувыведения препарата должен быть минимальным, энергия испускаемого излучения должна быть достаточна для получения читабельной картины, но не слишком большой, что-бы не накладывать на больного чрезмерную лучевую нагрузку, и для наиболее оптимальной детекции (излучение очень высокой энергии проходит через сцинтиляционный кристалл без поглощения). Наиболее оптимальная энергия излучения – 50 – 300 кэВ (150 кэВ). Используются изотопы, испускающие при распаде γ-кванты, т.к. это излучение обладает наибольшей проникающей способностью. Для позитронной эмиссионной томографии используются изотопы с α- и β-распадом, т.к. регистрируется аннигиляционное γ-излучение, т.е. получающееся в результате столкновения α- и β-частиц.

**Физические аспекты.** В основе всех радионуклидных методов исследования лежит явление радиоактивности. Радиоактивность – это способность ядер атомов радиоактивных изотопов распадаться с излучением освободившейся при распаде энергии в виде α-, β- или γ- частиц. α-излучение – это поток ядер Гелия, т.е. частиц, имеющих положительный заряд. Характкризуется наименьшей проникающей способностью. β-излучение – это поток электронов, отрицательно заряженных частиц. γ-излучение – это волновое излучение, не имеющее никакого заряда. Характеризуется наибольшей энергией, проникающей способностью и следовательно, максимальным повреждающим действием на живое. В радионуклидной диагностике используется большей частью, γ-излучение. Для регистрации излучения используют газоразрядные (счётчик Гейгера) или сцинтиляционные (сцинтиляционная пластина; гамма-камера) датчики с последующей компьютерной обработкой информации.

**Биологические аспекты.** Как уже было сказано, основу радионуклидной диагностики в клинике составляет способность радиофармацевтического препарата накапливаться в разных тканях в разной степени. Более того, степень накопления РФП зависит еще и от функционального состояния ткани, перфузии ткани, антигенных свойств. Так-же, некоторые радиофармацевтические препараты способны накапливаться в фагоцитирующих клетках (клетках ретикулоэндотелиальной системы, макрофагах и т.п.). Соответственно, картину того или иного состояния, полученную с помощью какого-либо метода радионуклидной диагностики будут определять: тропность РФП к ткани (характер ткани, состав ткани), перфузия участка ткани, функциональное состояние ткани. Например, на сцинтиграмме печени обнаружено т.н. «холодное» пятно, свидетельствующее о недостаточном накоплении РФП в данном участке печёночной паренхимы. Это наталкивает на мысль об отсутствии Купферовских клеток в этом очаге. Локальное отсутствие клеток Фон-Купфера характерно для опухолевого процесса. Другой пример: на перфузионной сцинтиграмме лёгких обнаружено «холодное» пятно в области верхней доли правого лёгкого. Клинически у больного – острое лёгочное сердце. В данном случае недостаточное накопление РФП в верхней доле правого лёгкого связано с тромбоэмболией верхнедолевой ветви лёгочной артерии.

**Классификация методов.**

1. Радиометрия

* Лабораторная
* In vivo
* In vitro
* Клиническая

1. Гамма-хронометрия
2. Гамма-топография
   * Статическая γ-топография
   * Динамическая γ-топография
   * Эмиссионная компьютерная томография
   * Однофотонная эмиссионная компьютерная томография
   * **Позитронная (двухфотонная) эмиссионная компьютерная томография**

**Краткая характеристика методов.**

*Лабораторная радиометрия* – измерение концентрации РФП в том или ином веществе по его излучению. Это может быть анализ какой-либо физиологической жидкости, полученной после введения РФП больному (in vivo), либо чисто лабораторное исследование (in vitro), без контакта между РФП и больным (радиоиммунные анализы и т.п.). Для регистрации излучения (подсчёта сцинтиляций) может быть исспользован простейший детектор (счётчик Гейгера).

*Клиническая радиометрия* – непосредственное измерение интенсивности излучения над тем или иным участком тела в статике. Позволяет судить лишь о степени накопления РФП в той или иной анатомической области, при низкой скорости изменения концентрации РФП.

*Гамма-хронометрия* – развёрнутая по времени клиническая радиометрия, т.е. радиометрия в динамике. Показывает не только концентрацию РФП в той или иной области в разные периоды времени, но и степень прироста и уменьшения этой концентрации. Этот метод позволяет визуализировать быстро – протекающие процессы.

*Статическая гамма-топография* – позволяет получить изображение органа и исследовать однородность заполнения РФП, если есть «холодные» или «горячие» пятна – характер этих пятен, их гомогенность, характер границ, соответствие анатомическим долям органа.

*Динамическая гамма-топография* – последовательность статических сцинтиграмм. Метод обладает всеми преимуществами статической гамма-топографии, плюс к этому, позволяет проследить динамичность изменения концентрации РФП в том или ином очаге.

*Эмиссионная компьютерная томография* – получение томографического среза путём компьютерной реконструкции изображения, полученного при вращении детектора (гамма-камеры). Выделяют одно- и двухфотонную (позитронную) ЭКТ. При однофотонной ЭКТ регистрируют гамма-излучение РФП. Регистрация излучения производится на вращающуюся одну гамма-камеру. Далее производится дигитальная реконструкция изображения.

При позитронной ЭКТ регистрируют γ-излучение полученное в результате аннигиляции протона и электрона. При аннигиляции частиц образуются два γ-фотона с энергией по 511 кэВ, «разлетающихся» в противоположные стороны. Энергия этих фотонов слишком велика для использования обычных вращающихся гамма-камер. Используют два специальных вращающихся детектора, расположенных друг напротив друга.

Таким образом, для этого исследования необходим РФП, в состав которого входил-бы позитронно-эмитирующий изотоп (11C, 13N, 15O, 18F). Это представляет собой наибольшее неудобство, т.к. эти изотопы имеют очень короткие периоды полураспада (15O – 2 мин., 18F – 110 мин.), для их производства нужны очень дорогие циклотроны. Кроме того, необходимо что-бы циклотрон находился в непосредственной близости от радио-изотопной лаборатории.