

АО “Медицинский университет Астана”
Кафедра внутренних болезней на интернатуре

СРС

на тему: Радиоизотопные
исследования в кардиологии

Выполнила: Ашекеева А.

785 ВБ

Проверила: Садыкова Д.З.

- В начале 70 – х годов прошлого столетия появились новые методы исследования, названные радиоизотопными (радионуклидными). Принцип этих исследований базируется на введении в кровь пациенту веществ, обладающих тропностью к определенным тканям, то есть способностью прикрепляться и проникать внутрь определенных клеток. Также эти вещества обладают способностью к излучению, которое улавливается гамма – камерой, обрабатывается на компьютере и выводится на монитор аппарата в виде двухмерного изображения в нескольких проекциях. В кардиологии к таким методам относят **радиоизотопную вентрикулографию, радиоангиокардиографию, перфузионную сцинтиграфию миокарда**. Последний применяется чаще остальных.
- Общая суть методов заключается в следующем – пациенту в кровь вводят один из препаратов, тропный к эритроцитам или клеткам миокарда и через несколько минут получают картину прохождения крови
 - через камеры сердца или кровоснабжение
 - миокарда.

- Так, например, при диагностике острого инфаркта миокарда пациенту вводится внутривенно раствор, содержащий один из следующих радиоактивных веществ - технеций – 99, таллий – 201, индий, пирофосфат, меченный технецием, калий – 43 и др. Вследствие связывания молекул препарата с мембранами клеток сердечной мышцы происходит постепенное накопление его в самих клетках. Препараты производят излучение, которое улавливается камерой, обрабатывается, и на компьютере появляется светящееся изображение сердца либо с дефектами накопления («холодные» пятна) либо с избыточным накоплением («горячие» пятна).
- При ишемии, инфаркте или рубцовом замещении миокарда (постинфарктный кардиосклероз), когда нарушено кровоснабжение сердечной мышцы, таллий не может проникнуть из кровотока в клетки, что приводит к формированию холодных пятен. При применении пирофосфата, меченого технецием появление горячих пятен обусловлено наоборот, повышенной проницаемостью мембран поврежденных клеток для препарата.
- При пороках сердца, кардиомиопатиях вводится технеций, равномерно распределяющийся по кровеносному руслу и связывающийся с эритроцитами крови. Кровь с препаратом протекает по камерам сердца, и ее движение регистрируется сериями снимков, которые позволяют выявить нарушение систолической и диастолической функций предсердий и желудочков, обратный ток крови в предсердия или желудочки, а также смешивание крови при наличии у пациента таких пороков, как дефекты межпредсердных и межжелудочковых перегородок.
- Несмотря на то, что некоторые препараты длительно выводятся из сердечной мышцы, то есть методика позволяет проводить исследование повторно через несколько часов, а порой и через сутки, данный метод обследования в современных учреждениях не нашел достаточно широкого применения.

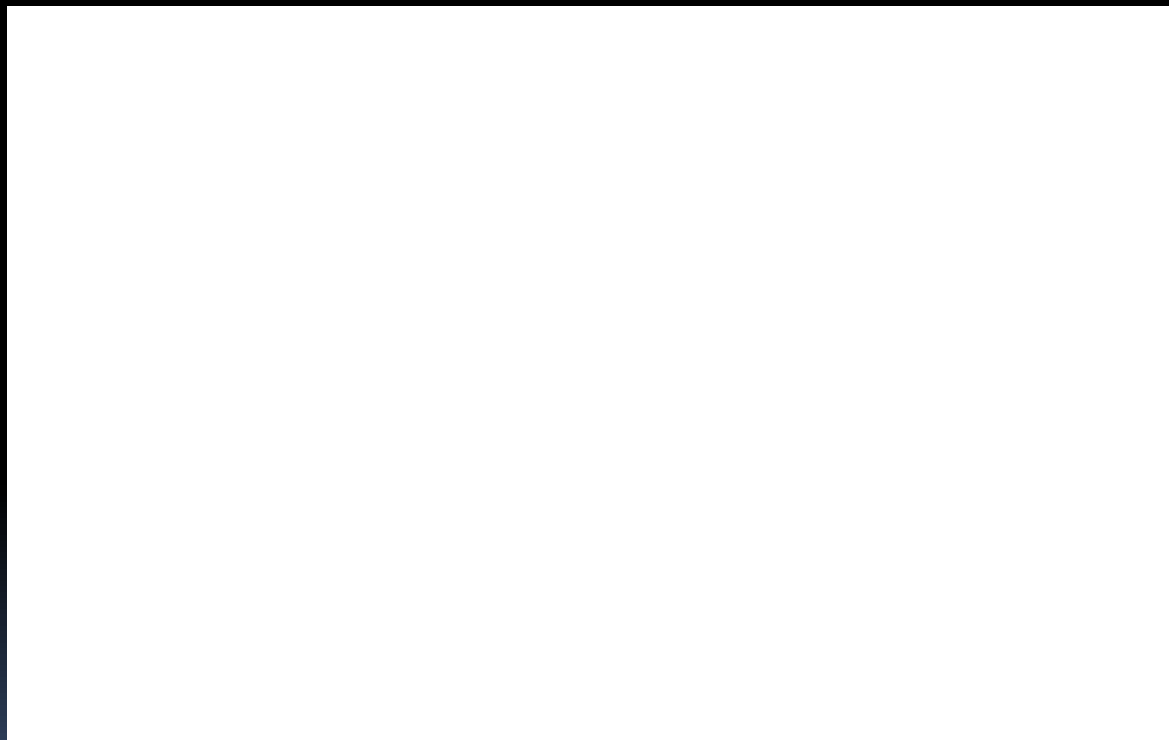
- Во-первых, работа с радиоактивными препаратами требует больших мер предосторожности.
Во-вторых, с помощью данной методики в сочетании с клиническими симптомами не удастся выяснить истинную давность процесса, так как отсутствие препарата в зоне поражения может свидетельствовать о развитии и острого инфаркта миокарда, и ишемии без инфаркта, и постинфарктного кардиосклероза, так как нарушения кровотока и поступление препарата в клетки возникают при всех этих заболеваниях.
- В-третьих, в последние годы массово применяются другие методы диагностики, например, УЗИ сердца с доплерографией, позволяющее визуализировать движение крови по камерам сердца, или коронарография, способная дать полную информацию о проходимости коронарных артерий. Но все-таки радионуклидные исследования могут применяться в диагностически неясных случаях, когда другими методами (ЭКГ, УЗИ сердца) не удастся ни подтвердить, ни опровергнуть диагноз.

- Показания для проведения радиоизотопного исследования сердца
- Обследование может быть показано при таких заболеваниях, как:
 - острый инфаркт миокарда
 - хроническая ишемическая болезнь сердца
 - гипертрофическая и дилатационная кардиомиопатия
 - дефекты перегородок между предсердиями или желудочками
 - постинфарктные аневризмы миокарда
 - контроль эффективности тромболитической терапии при инфаркте миокарда (серия снимков до и после введения стрептокиназы – препарата, растворяющего тромб, который является причиной закупорки коронарных артерий)

- **Данный метод может быть назначен при следующих состояниях:**
 - боли в области сердца, не купирующиеся приемом нитроглицерина, не нашедшие подтверждения на ЭКГ
 - выраженная одышка в покое или при ходьбе
 - сухой кашель с эпизодами удушья
 - эпизоды «булькающего» кашля с удушьем, особенно в положении лежа и в ночное время – проявления «сердечной» астмы или отека легких
 - наличие шумов в сердце, выявленное врачом с помощью аускультации
 - проведение нагрузочных проб (на велоэргометре) у пациентов с подтвержденной ишемической болезнью сердца с исследованием до и после нагрузки для оценки нарушения кровоснабжения миокарда

- **Противопоказания для радиоизотопных методов исследования**
- К противопоказаниям можно отнести лихорадочные состояния, сепсис, аллергию на радиофармпрепараты, установленную ранее, острые заболевания и обострения хронических болезней других органов и систем.
- Осложнения при данной методике не развиваются. Несмотря на применение радиоактивных веществ, вероятность радиологической опасности ничтожно мала, так как суммарная доза облучения, полученного в процессе одного исследования меньше, чем при проведении рентгенографии или компьютерной томографии, тем более что большинство препаратов быстро выводится из организма.

Расшифровка результатов радиоизотопного исследования сердца



- Так выглядит сцинтиграфия до и после физической нагрузки. В верхнем ряду стрелками указан дефект перфузии, что свидетельствует в пользу ишемии миокарда, спровоцированной нагрузочной пробой.

- Применение перфузионной сцинтиграфии миокарда позволяет оценить состояние перфузии и характер нарушения кровоснабжения миокарда, степень выраженности, распространенности и обратимости повреждения миокарда при различных заболеваниях (например, гипертоническая болезнь, сахарный диабет и др.), сопровождающихся поражением миокарда.
- Перфузионная сцинтиграфия миокарда основана на оценке распределения внутривенно введенного РФП в сердечной мышце. Распределение РФП происходит пропорционально коронарному кровотоку и отражает его распределение в миокарде. Перфузионная сцинтиграфия является методом, предназначенным для выявления областей относительного или абсолютного снижения кровотока вследствие ишемии или рубцового повреждения миокарда. Оценка
- распределения перфузии по характеру распределения РФП может проводиться в покое, в сочетании с различными нагрузочными пробами, либо в покое и при нагрузке. Регистрация изображения может проводиться с применением плоскостной сцинтиграфии миокарда (СЦМ), однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ) или позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ). Для визуализации перфузии миокарда применяются РФП, которые экстрагируются и удерживаются миокардом в течение различных временных интервалов. Результаты могут анализироваться визуально либо с применением полуколичественных и количественных подходов. Относительное региональное распределение РФП в миокарде и клиренс регистрируются при помощи СЦМ и ОЭКТМ (рис. 6.4, см. на вклейке). Количественное определение значений миокардиального кровотока осуществляется с помощью ПЭТ. Для визуализации перфузии миокарда методом ОЭКТ применяется РФП - хлорид таллия ^{201}Tl и РФП, меченые $^{99\text{Tc}}$, такие как МИБИ (метоксиизобутилизонитрил) или тетrafosмин.

- **Основные показания к применению перфузионной сцинтиграфии миокарда**
- • Диагностика ишемии или рубцового повреждения миокарда, определение:
 - - локализации;
 - - распространенности и тяжести ишемии миокарда или рубцового повреждения.
- • Диагностика атеросклеротического поражения коронарных артерий, определение:
 - - локализации (бассейн коронарной артерии);
 - - распространенности (число бассейнов коронарных артерий).
- • Оценка степени стеноза коронарной артерии и его влияние на региональную перфузию:
 - - определение функциональной значимости анатомического поражения коронарных артерий, выявленного при ангиографии.
- • Оценка жизнеспособности миокарда:
 - - ишемические изменения или рубцовые;
 - - предсказание улучшения функции после реваскуляризации.
- • Оценка (прогноз) степени риска у пациентов:
 - - после ИМ;
 - - предоперационная оценка риска перед большими хирургическими вмешательствами у больных с высоким риском развития коронарных осложнений.
- • Контроль и оценка эффективности лечения после:
 - - коронарной реваскуляризации;
 - - медикаментозной терапии по поводу застойной сердечной недостаточности (СН) или стенокардии;
 - - мероприятий по изменению образа жизни.
- **Противопоказания к проведению перфузионной сцинтиграфии**
- **миокарда:** беременность, период лактации у женщин.

- **Сцинтиграфия сердца в покое:** пациенту внутривенно вводится радиоактивный изотоп, обычно это таллий. Таллий, являясь аналогом кальция, накапливается в нормальных неизмененных кардиомиоцитах, меньше задерживаясь в ишемизированном (обескровленном) миокарде. Далее, с помощью специальной камеры сканируют сердце, определяя радиоактивность. На полученных сцинтиграммах участки сердечной мышцы, которые не накапливают в себе таллий, выглядят как холодные очаги. **Сцинтиграфия с нагрузочной пробой:** исследование с физической нагрузкой проводят на велотренажере или тредмиле (специальная беговая дорожка). Пациент с прикрепленными к коже электродами «едет» на велотренажёре, сопротивление которого постепенно увеличивается, затем, при достижении максимальной нагрузки, пациенту внутривенно вводят таллий, после чего дается дополнительная нагрузка 60 сек. для быстрого поглощения изотопа кардиомиоцитами. При отсутствии у пациента жалоб врач снимает электроды и просит принять положение лежа для дальнейшего сканирования сердца. При необходимости радиоизотопную диагностику сердца с нагрузкой совмещают с сканированием в покое для дифференцировки ишемии миокарда от инфаркта или рубца.

- После получения снимков проводится анализ полученных данных с помощью компьютера. В результате исследования можно узнать, есть ли у пациента ишемия миокарда, острый или перенесенный инфаркт миокарда, наличие шунтов (соединений) между камерами сердца, которых в норме быть не должно, а также оценить функции изгнания крови из желудочков, таких, как ударный объем, фракция выброса, скорость движения крови по предсердиям и желудочкам. Показатели рассчитываются по анализу количества изотопа, пройденного с кровью по камерам сердца за каждое сердечное сокращение и по количеству изотопа, поглощенному клетками сердечной мышцы.

- **Подготовка к выполнению радиоизотопной диагностики сердца.** Доза облучения, получаемая при исследовании, минимальна. Если планируется проведение сцинтиграфии миокарда с нагрузочной пробой обязательно возьмите с собой спортивную обувь, также мы рекомендуем за сутки до исследования воздержаться от приема алкоголя, курения и в течение трёх часов до исследования не есть.

■ РАДИОНУКЛИДНАЯ ВЕНТРИКУЛОГРАФИЯ

- Метод радионуклидной вентрикулографии применяется для количественной оценки сократительной функции миокарда с использованием метки крови и последующей записью прохождения меченого пула крови через камеры сердца в виде радионуклидной ангиографии по первому прохождению препарата или при записи динамической сцинтиграфии, синхронизированной с ЭКГ. В первом случае препарат вводят непосредственно под датчиком гамма-камеры, и с помощью компьютера проводят запись с большой скоростью регистрации в течение нескольких секунд. Для метки крови используют два подхода. В первом случае используют готовый набор альбумина человеческой сыворотки для метки плазмы при обычном внутривенном введении. При обработке результатов по первому прохождению выбирают кадры с максимальной (диастола) и минимальной (систола) активностью и на основании подсчета разницы зарегистрированных импульсов рассчитывается фракция выброса ЛЖ. Во втором - используется метка эритроцитов *in vivo*, где пациенту предварительно вводят нерадиоактивный препарат (чаще пирофосфат или ДТПА), которые осаждаются на эритроцитах, а затем через 30 мин вводят радиоактивный технеций. В результате происходит метка эритроцитов. Данный способ считается более предпочтительным ввиду стабильности метки, исследования могут неоднократно выполняться в течении 3-4 ч.
- При проведении вентрикулографии, синхронизированной с ЭКГ, больной, которому предварительно произведена метка крови, с наложенными электродами ЭКГ укладывается под датчик гамма-камеры, регистрируется R-R интервал, который разделяется на фазы (4, 8, 16, 32 интервалов и более). Чаще всего выбирается интервал в 16 фаз, после чего записывается примерно 250-300 сердечных циклов. Соответствующие циклы суммируются с помощью компьютерных программ и создается один репрезентативный цикл, на котором выбирают контуры конечной систолы и диастолы и проводятся дальнейшие расчеты параметров общей и региональной сократимости ЛЖ. Рассчитывают амплитудные, фазовые и временные параметры сокращения миокарда.

■ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

■ В КАРДИОЛОГИИ

- ПЭТ является одним из самых информативных методов в ядерной медицине. В основе ПЭТ лежит явление регистрации двух противоположно направленных гамма-лучей одинаковых энергий, возникающих в результате аннигиляции. Процесс аннигиляции происходит в тех случаях, когда позитрон, излученный ядром радионуклида (радиоизотопа), встречается с электроном в тканях.
- РФП, используемые при проведении позитронно-эмиссионных исследований, представляют собой вещества, участвующие в различных метаболических процессах. При производстве РФП для ядерной медицины некоторые химические элементы заменяются на их радиоактивные изотопы. Особенностью РФП, применяемых в позитронно-эмиссионной томографии, является то, что при их производстве используются короткоживущие радиоизотопы, которые должны производиться в непосредственной близости от места проведения исследования. Применение ПЭТ в кардиологии позволяет неинвазивным путем получать информацию о кровоснабжении миокарда на уровне микроциркуляции и скорости метаболических процессов в кардиомиоцитах. С этой целью используются различные меченные ультракороткоживущими изотопами радиофармпрепараты (РФП):
 - ^{15}N -аммоний - для количественной оценки миокардиального кровотока;
 - ^{18}F -фтордезоксиглюкоза (^{18}F -ФДГ) - для исследования скорости утилизации экзогенной глюкозы;
 - ^{11}C -жирные кислоты и ^{11}C -ацетат - для изучения скорости окислительного метаболизма в миокарде.
- Основным направлением применения ПЭТ в кардиологии является оценка:
 - локального миокардиального кровотока;
 - регионарного метаболизма миокарда;
 - локальной механической функции сердца;
 - рецепторики.

- 
- 
- ПЭТ с этими РФП позволяет получить полную информацию о миокарде, используется для диагностики ИБС (включая коронарный «Х»-синдром), кардиомиопатий и контроля лечения. Проведение ПЭТ с ^{18}F -ФДГ и ^{15}N -аммиаком при планировании АКШ или ангиопластики является «золотым стандартом» определения жизнеспособного, но гибернизирующего миокарда.

Литература

- Руководство по кардиологии : Учебное пособие в 3 т. / Под ред. Г.И. Сторожакова, А.А. Горбаченкова. - 2008. - Т. 1. - 672 с. : ил.
- <http://www.medicalj.ru/diacrisis/d-cardiology/1220-ris>