


**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
Департамента здравоохранения города
Москвы по лучевой и
инструментальной диагностике



С.П. Морозов
26 мая 2019 г.

РЕКОМЕНДОВАНО

Экспертным советом по науке
Департамента здравоохранения
города Москвы № 16


16 _____ 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
СЦИНТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
С ¹²³I-MIBG ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ
СОСТОЯНИЯХ ОРГАНИЗМА.
РАЗДЕЛ 1. ДИАГНОСТИКА ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
Методические рекомендации № 72**

Москва, 2019

ISSN 2618-7124

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

М-54

Организация-разработчик: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы»

Составители:

Киреева Е.Д. – врач-радиолог ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, эксперт ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Ликарь Ю.Н. – д. м. н., профессор, заведующий отделением, врач-радиолог отделения ПЭТ и радионуклидной диагностики ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ

Смолярчук М.Я. – заведующий отделением лучевой диагностики Hadassah Medical, врач-радиолог ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Морозов С.П. – д. м. н., профессор, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике МЗ РФ в ЦФО РФ, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике ДЗМ, директор ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Рыжов С.А. – руководитель центра по радиационной безопасности и медицинской физике ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

М-54 Киреева Е.Д., Ликарь Ю.Н., Смолярчук М.Я. Морозов С.П., Рыжов С.А. Проведение сцинтиграфических исследований с ^{123}I -МЙБГ при различных патологических состояниях организма. Раздел 1. Диагностика онкологических заболеваний / Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 40. – М., 2019. – 30 с.

Рецензенты:

Румянцев П. О. – д. м. н., профессор, и. о. заместителя директора – директор Института онкоэндокринологии. Заведующий отделом радионуклидной диагностики и терапии ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России

Долгушин М. Б. – д. м. н., профессор, заведующий отделом радиоизотопной диагностики и терапии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

Водоватов А. В. – к. б. н., заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций ФБУН «НИИРГ им. П.В. Рамзаева»

Предназначение:

Методические рекомендации представляют собой учебно-методическое пособие, основанное на международных стандартах, последних научных достижениях и личном опыте авторов. В документе представлена подробная информация по этапам исследования, что позволяет унифицировать и оптимизировать порядок применения метода. Методические рекомендации предназначены для использования в повседневной практике врачей-радиологов, осуществляющих проведение сцинтиграфии с ^{123}I -МЙБГ, также методические рекомендации могут быть полезны рентгенологам, онкологам, рентгенолаборантам, руководителям медицинских организаций, специалистам в радиационной безопасности и медицинским физикам. В методических рекомендациях определены референтные диагностические уровни и типовые дозы облучения пациентов.

Данные методические рекомендации разработаны в ходе выполнения научно-исследовательской работы: «Разработка и внедрение в практику нового технического обеспечения службы лучевой диагностики».

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2019

© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2019

© Коллектив авторов, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ОПИСАНИЕ РАДИОФАРМПРЕПАРАТА	5
ФОРМА ВЫПУСКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	7
ФАРМАКОКИНЕТИКА	7
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	9
НАЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	9
ПОКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ СЦИНТИГРАФИИ С ¹²³ I-МЙБГ	9
МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.....	9
ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ	10
БЛОКАДА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.....	12
РАСЧЕТ ВВОДИМОЙ АКТИВНОСТИ, РЕФЕРЕНТНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ УРОВНИ И ДОЗЫ	13
ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
ВВЕДЕНИЕ, ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
ВЫБОР КОЛЛИМАТОРА.....	16
ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ (СБОР ДАННЫХ)	16
ПОВОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ	18
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ	19
АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	20
ОФОРМЛЕНИЕ ПРОТОКОЛА ИССЛЕДОВАНИЯ	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПАМЯТКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СЦИНТИГРАФИИ С ¹²³I-МЙБГ (КРАТКИЙ ВАРИАНТ)	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПАМЯТКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СЦИНТИГРАФИИ С ¹²³I-МЙБГ (ПОЛНЫЙ ВАРИАНТ)	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ОПИСАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ОЧАГА НАКОПЛЕНИЯ ¹²³I-МЙБГ ТОЛЬКО В ПЕРВИЧНОМ ОБЪЕМНОМ ОБРАЗОВАНИИ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ОПИСАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НАКОПЛЕНИЯ ¹²³I-МЙБГ В МЕТАСТАТИЧЕСКИХ ОЧАГАХ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	29

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

^{123}I МИБГ (^{123}I -МЙБГ) – метайодбензилгуанидин, меченный ^{123}I
 ^{131}I МИБГ (^{131}I -МЙБГ) – метайодбензилгуанидин, меченный ^{131}I
Бк, кБк, МБк – беккерель, килобеккерель, мегабеккерель
ДЗМ – Департамент здравоохранения города Москвы
КТ – компьютерная томография
МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии
МЙБГ – метайодбензилгуанидин
МэВ, кэВ – мегаэлектронвольт, килоэлектронвольт
ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография
РДУ (DRL) – референтный диагностический уровень
РНД – радионуклидная диагностика
РФП – радиофармацевтический препарат
ЦВК – центральный венозный катетер
AAPM – American Association of Physicists in Medicine – Американская ассоциация медицинских физиков
ACR – American College of Radiology – Американская коллегия радиологов
DICOM – Digital Images Communication in Medicine (отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений и документов)
EANM – Европейская ассоциация ядерной медицины
NCCN – Национальная онкологическая сеть США
NET – транспортер норадреналина
SNMMI – Общество ядерной медицины и молекулярной визуализации
VMAT – везикулярный моноаминный переносчик (VMAT 1 и VMAT 2)
5HT – переносчик 5-гидрокситриптамина

ВВЕДЕНИЕ

Многие годы ядерная медицина остается методом выбора при необходимости оценки функции внутренних органов. В последнее десятилетие в мире наблюдается увеличение интереса к ядерной медицине, что связано с развитием гибридных технологий, а также появлением высокоинформативных методик, применение которых уже вошло в повседневную практику. Гибридные методы позволяют визуализировать не только анатомию и морфологию органов, но и одновременно определять метаболизм различных веществ в органах и тканях.

Более чем в 90% случаев для проведения радиологических исследований у онкологических пациентов применяют радиофармпрепараты (РФП) на основе ^{99m}Tc . Вместе с тем скintiграфия с ^{123}I -метайодбензилгуанидином (^{123}I -МЙБГ) является современным высокотехнологичным радиологическим исследованием, которое при некоторых патологических состояниях не только не уступает, но и превосходит классические методы лучевой диагностики.

В представленных методических рекомендациях приведены сведения о этапах проведения скintiграфии с ^{123}I -МЙБГ, что позволяет унифицировать, оптимизировать и стандартизировать порядок применения метода в повседневной практике врачей-радиологов при проведении исследований как у взрослых, так и у детей. Рекомендации могут быть полезны рентгенологам, онкологам, рентгенолаборантам, руководителям медицинских организаций, специалистам в области радиационной безопасности и медицинским физикам.

Описание радиофармпрепарата

Метайодбензилгуанидин (МЙБГ/МИБГ), меченный радиоактивным йодом, впервые был синтезирован в конце 70-х годов прошлого века в медицинском центре Мичиганского университета для визуализации мозгового вещества надпочечников и его заболеваний [1].

МЙБГ является аналогом норадреналина. Специфический захват меченного радиоактивным йодом МЙБГ происходит благодаря механизму активного транспорта с помощью переносчика норадреналина (NET). Далее с помощью везикулярного моноаминного переносчика (VMAT 1 и 2) РФП накапливается в нейросекреторных пузырьках внутри терминальных отделов симпатических ганглиев и в опухолях, растущих из клеток нейрогенной природы [2, 3].

В качестве радиоактивной метки в сочетании с МЙБГ могут быть использованы различные изотопы йода, наиболее широкое применение получили два изотопа – ^{131}I и ^{123}I , в дальнейшей практике при проведении ПЭТ/КТ исследований также может быть использован ^{124}I [26], применение которого в данных рекомендациях не рассматривается. ^{131}I и ^{123}I образуют основную тераностическую пару.

Скintiграфия с МЙБГ, меченным ^{123}I и ^{131}I , обладает высокой чувствительностью и специфичностью, однако учитывая различия в

физических и дозиметрических свойствах ^{123}I и ^{131}I , в настоящее время подавляющее большинство диагностических исследований выполняют с применением ^{123}I -МЙБГ.

^{131}I является β -излучателем с максимальной энергией электронов 610 кэВ (806,9 кэВ) и средней энергией 192 кэВ, излучает основной гамма-квант с энергией 364 кэВ с выходом 81,5% и с периодом полураспада 8,02 суток [18, 19]. Основной путь наработки на ядерных реакторах $^{130}\text{Te}(n,\gamma)^{131}\text{Te}\rightarrow^{131}\text{I}$. С учетом периода полураспада, выраженного β -распада и других физических характеристик, ^{131}I нашел основное применение при проведении радионуклидной терапии, хотя в ряде случаев до сих пор может применяться в диагностических целях, например при проведении диагностического исследования при выписке после радионуклидной терапии.

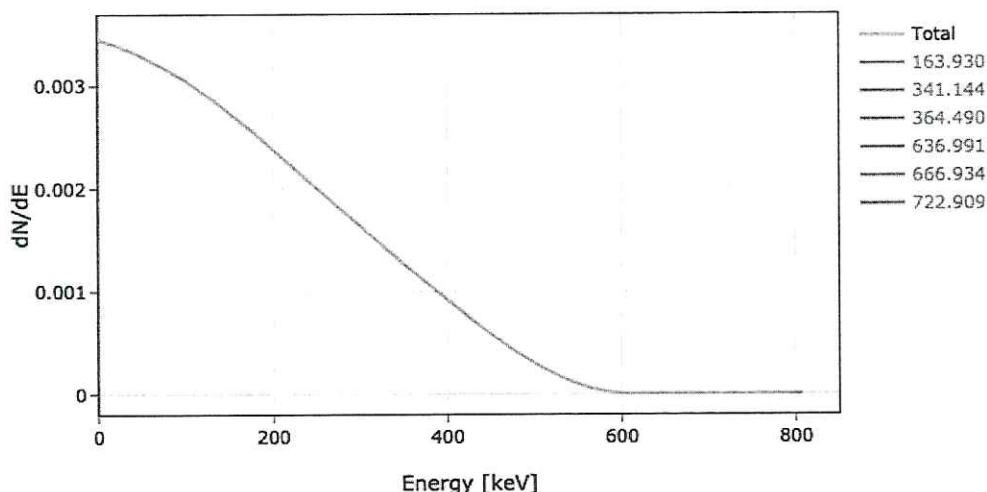


Рисунок 1. Спектр β -излучения ^{131}I [18]

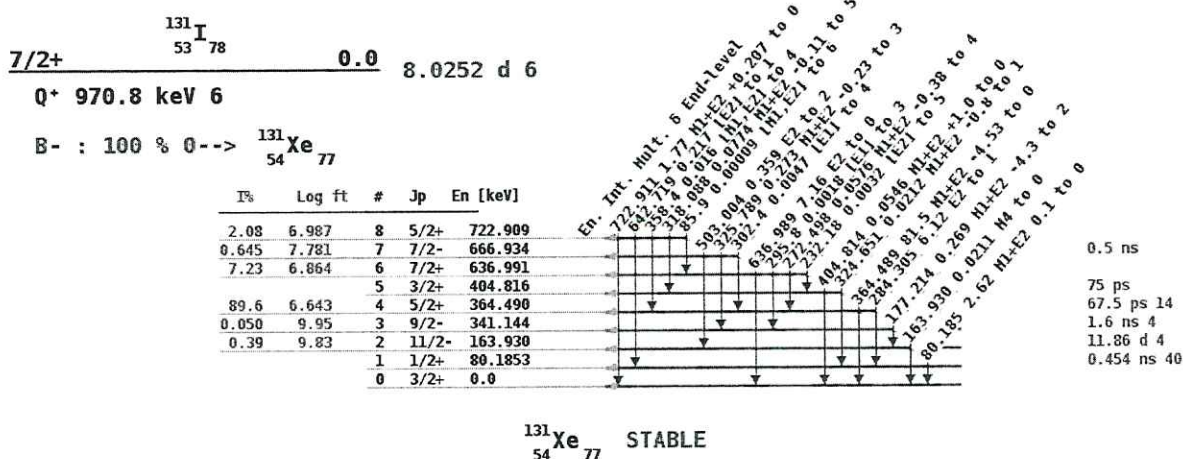


Рисунок 2 - Схема радиоактивного распада ^{131}I [18]

^{123}I распадается электронным захватом, является γ -излучателем с основной гамма-линией 159 кэВ (выход 83,3%) и периодом полураспада 13,2222 ч. [18, 19, 20]. Основной вариант наработки из газовой мишени на протонном ускорителе в реакции $^{124}\text{Xe}(p,2n)^{123}\text{Cs}\rightarrow^{123}\text{Xe}\rightarrow^{123}\text{I}$.

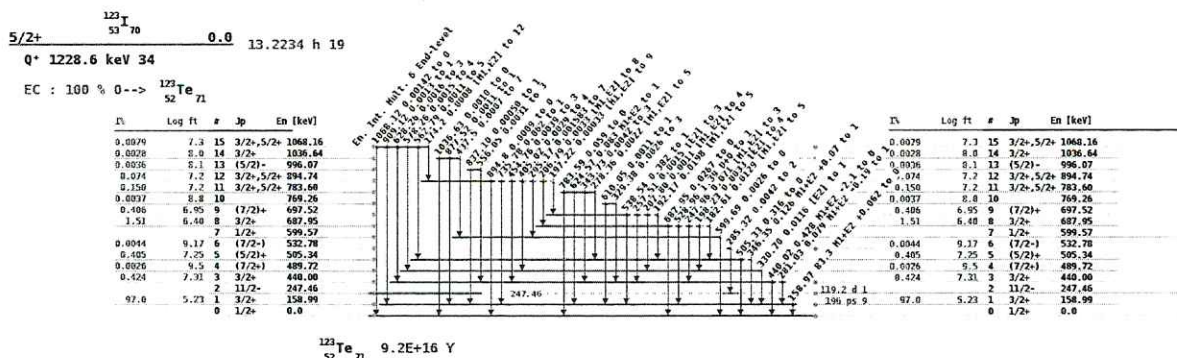


Рисунок 3 - Схема радиоактивного распада ^{123}I [18]

Форма выпуска и контроль качества

^{123}I -МЙБГ или ^{131}I -МЙБГ в настоящее время поставляется как стерильный апиrogenный раствор для внутривенного использования в виде готового РФП. На данные препараты имеются фармакопейные статьи, в том числе в фармакопее ЕС, препараты внесены в Государственный реестр лекарственных средств (<https://grls.rosminzdrav.ru>). Раствор представляет собой бесцветную или слегка желтую жидкость, содержит 0,15–0,5 мг/мл МЙБГ, стабилен в течение 60 ч после синтеза и может быть разбавлен в стерильной воде или физиологическом растворе. Объемная активность ^{123}I от 150 до 300 МБк/мл на дату и время изготовления препарата. Радиохимическая чистота препарата должна быть не менее 95,0%. Выпускается в виде стерильных флаконов в фасовках активностью 100, 150 и 300 МБк. Активность ^{131}I в МЙБГ следует измерять поверенным по утвержденной методике радиометром, с коэффициентом калибровки для работы с ^{131}I и ^{123}I , а радиохимическую чистоту можно определить с помощью тонкослойной хроматографии [22, 25].

Фармакокинетика

После внутривенного введения МЙБГ концентрируется в печени (33%), легких (3%), сердце (0,8%), селезенке (0,6%) и слюнных железах (0,4%). В сосудистом русле небольшое количество оставшегося МЙБГ концентрируется в тромбоцитах через транспортер 5-гидрокситриптамина (5НТ). Поглощение в нормальных надпочечниках слабое, в связи с чем они могут плохо визуализироваться [14]. Более подробная информация о распределении приведена в разделе «Интерпретация исследования».

В организме МЙБГ практически не метаболизируется, а выводится путем гломерулярной фильтрации. При нормальной функции почек 50% введенной дозы выводится в первые 24 часа и 90% в течение 96 ч, элиминация с калом слабая (<2% до 4-го дня) [14].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

НАЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показания к проведению сцинтиграфии с ^{123}I -МЙБГ

Различают онкологические и неонкологические показания к сцинтиграфии с МЙБГ. К первым относят подозрение или доказанное новообразование:

- нейробластома,
- ганглионейробластома,
- ганглионейрома,
- феохромоцитома,
- параганглиома,
- карциноидные опухоли,
- медуллярный рак щитовидной железы,
- опухоль из клеток Меркеля,
- синдром множественных эндокринных неоплазий 2-го типа.

Сцинтиграфию с МЙБГ при перечисленных патологиях проводят с целью:

- 1) инициальной диагностики (стадирования) и дифференциальной диагностики;
- 2) оценки эффективности лечения;
- 3) при динамическом наблюдении с целью ранней диагностики рецидива;
- 4) для планирования МЙБГ-терапии.

К неонкологическим показаниям относят функциональные исследования мозгового вещества надпочечников, симпатической иннервации миокарда, слюнных желез и легких, нарушения движения.

Меры предосторожности

Исследование при беременности

Использование радиофармацевтических препаратов, как правило, противопоказано при беременности. Однако при наличии клинической необходимости выполнить исследование при беременности или подозрении на неё принятие решения должно основываться на тщательной оценке предполагаемой пользы от проведения сцинтиграфии с МЙБГ для матери и возможных нежелательных эффектов для эмбриона или плода.

Грудное вскармливание

При введении пациентке ^{123}I -МЙБГ грудное вскармливание необходимо прекратить в течение 48 часов после введения РФП.

При введении пациентке ^{131}I -МЙБГ грудное вскармливание необходимо полностью прекратить.

ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ

Необходимость замены или отмены некоторых лекарственных средств, мешающих полноценному проведению сцинтиграфии с МЙБГ, при наличии клинической возможности должна быть заблаговременно оценена направляющим на исследование врачом.

В таблице 1 приведены сведения о данных препаратах и рекомендуемые сроки отмены [11].

Таблица 1 - Отмена лекарственных препаратов

Группа лекарственных средств	Название	Рекомендуемые сроки отмены/замены до проведения исследования
Антиаритмические средства	Амиодарон	Отмена не рекомендуется
Комбинированные α/β -блокаторы	Лабеталол	72 ч
Адреноблокаторы центрального действия	Бретилийум	48 ч
	Гуанетидин	48 ч
	Резерпин	48 ч
α -адреноблокаторы	Феноксibenзамин	15 сут.
Блокаторы кальциевых каналов	Амлодипин	48 ч
	Дилтиазем	24 ч
	Фелодипин	48 ч
	Исрадипин	48 ч
	Лацидипин	48 ч
	Лерканидипин	48 ч
	Никардипин	48 ч
	Нифедипин	24 ч
	Нимодипин	24 ч
	Нисолдипин	48 ч
Верапамил	48 ч	
Инотропные симпатомиметики	Добутамин	24 ч
	Допамин	24 ч
	Допексамин	24 ч
Сосудосуживающие симпатомиметики	Эфедрин	24 ч
	Метараминол	24 ч
	Норэпинефрин	24 ч
	Фенилэфрин	24 ч
β_2 -адреномиметики	Сальбутамол	24 ч
	Тербуталин	24 ч
	Эформотерол	24 ч
	Бамбутерол	24 ч
	Фенотерол	24 ч
	Сальметерол	24 ч
Другие стимуляторы β -адренорецепторов	Орсифреналин	24 ч
Системные и местные назальные противоотечные препараты,	Псевдозэфедрин	48 ч
	Фенилэфрин	48 ч
	Эфедрин	24 ч
	Ксилометазолин	24 ч

комбинированные препараты при кашле и ОРВИ	Оксиметазолин	24 ч
Симпатомиметики для лечения глаукомы	Бримонидин Дипивефрин	48 ч 48 ч
Нейролептики	Хлорпромазин Бенперидол Флупентиксол Флуфеназин Галоперидол Левомепромазин Перициазин Перфеназин Пимозид Пипотиазин Прохлорперазин Промазин Сульпирид Тиоридазин Трифлюоперазин Зуклопентиксол Амилсуприд Клозапин Оланзапин Кветиапин Рisperидон Сертиндол Зотепин	24 ч 48 ч 48 ч или 1 мес. для депо 24 ч или 1 мес. для депо 48 ч или 1 мес. для депо 72 ч 48 ч 24 ч 72 ч 1 мес. для депо 24 ч 24 ч 48 ч 24 ч 48 ч 48 ч или 1 мес. для депо 72 ч 7 сут. 7–10 сут. 48 ч 5 сут. или 1 мес. для депо 15 сут. 5 сут.
Седативные антигистаминные препараты	Прометазин	24 ч
Опиоидные анальгетики	Трамадол	24 ч
Трициклические антидепрессанты	Амитриптилин Амоксапин Кломипрамин Дозулепин (Дотиэпин) Доксепин Имипрамин Лофепрамин Нортриптилин Тримипрамин	48 ч 48 ч 24 ч 24 ч 24 ч 24 ч 48 ч 24 ч 48 ч 48 ч
Антидепрессанты, подобные трициклическим	Мапротилин Миансерин Тразолон Венлафлаксин Миртазепин Редоксетин	48 ч 48 ч 48 ч 48 ч 8 сут. 3 сут.
Стимуляторы ЦНС	Амфетамин Атомоксетин Метилфенидат	48 ч 5 сут. 48 ч

	Модафинил	72 ч
	Кокаин	24 ч
	Кофеин	24 ч

За два дня до введения ^{123}I -МЙБГ необходимо исключить употребление кофе и продуктов питания, содержащих ванилин и катехоламиноподобные вещества (шоколад и сыр с голубой плесенью), так как они могут влиять на накопление МЙБГ.

Для облегчения выведения МЙБГ после исследования пациенту рекомендуют принимать внутрь большое количество жидкости.

В связи с длительностью диагностического исследования пациенты детского возраста нуждаются в особой подготовке к исследованию, опытный персонал проводит беседу с родителями и пациентом, оказывает необходимую помощь, отвечает на вопросы. Пациентам до пяти лет исследование, как правило, проводят с применением анестезиологического пособия. Дети, которые проходят исследование без анестезии, могут принимать воду и пищу без ограничений по времени, пациентам, которым планируется исследование под наркозом, необходимо исключить прием любой пищи и жидкости за шесть часов до исследования (кроме грудного молока и воды – их можно ограничить за четыре часа до исследования).

Блокада щитовидной железы

Блокада щитовидной железы проводится с помощью раствора Люголя или йодида калия в таблетках с целью ее насыщения и предотвращения накопления радиоактивного йода [10, 11, 12].

1) Блокада щитовидной железы с использованием 1% раствора Люголя: 1 капля на 1 кг массы тела в сутки, но не более 40 капель в сутки, суточную дозу необходимо разделить на три приема. Прием препарата начинают за двое суток до введения препарата и продолжают в день введения.

2) Блокада щитовидной железы с использованием йодида калия в таблетках: новорожденные – 16 мг только в день введения ^{123}I -МЙБГ; 1 месяц – 3 года – 32 мг за день до введения и далее в течение двух дней (суммарно – три дня); 3–13 лет – 65 мг за день до введения и далее в течение 2-х дней (суммарно – три дня); старше 13 лет – 130 мг за день до введения и далее в течение двух дней (суммарно – три дня). У взрослых достаточно однократного приема внутрь 130 мг йодида калия за 1 час до внутривенного введения ^{123}I -МЙБГ [14].

В настоящее время в Российской Федерации применяют преимущественно блокаду щитовидной железы с помощью раствора Люголя в связи с отсутствием удобных для адекватного дозирования таблетированных форм йодида калия.

Расчет вводимой активности, референтные диагностические уровни и дозы

Согласно совместному заявлению Американской коллегии радиологов и Американской ассоциации медицинских физиков минимальная вводимая активность не должна быть менее 37 МБк, также не рекомендовано превышать максимальную активность в 407 МБк [17], по данным 172-й публикации Национальной комиссии по радиационной защите минимальная активность не может быть менее 19 МБк [21]. Указанные минимальные активности связаны идеальными характеристиками детектора, не достижимыми в повседневной деятельности, однако в ряде случаев эта информация неверно интерпретируется при исследовании новорожденных как рекомендованная активность для введения, что приводит к низкому, недиагностическому качеству исследования. В реальной практике следует руководствоваться показателями чувствительности и квантовой эффективности конкретного томографа, в связи с чем вводимая активность для новорожденных, как правило, составляет около 50 МБк. Для расчета дозы у детей можно использовать калькуляторы на сайте Европейской ассоциации ядерной медицины (www.eanm.org/publications/dosage-calculator/) и Общества ядерной медицины и медицинской визуализации (<http://www.snmmi.org/ClinicalPractice/PediatricTool.aspx?ItemNumber=11216&navItemNumber=11219>). В среднем для детей ^{123}I -МЙБГ вводят из расчета 4,2–5,2 МБк/кг.

Рекомендуемая вводимая активность ^{131}I -МЙБГ для взрослых составляет 40–80 МБк.

Таблица 2 - Рекомендованные диапазоны активности ^{123}I -МЙБГ для взрослых и детей, МБк [17, 21]

Пациенты	Минимальная активность	Средняя вводимая активность	Референтный диагностический уровень	Максимальная вводимая активность
Взрослые ¹	185	280	370	407
Дети	37	204	300	359

Приведенные референтные диагностические уровни (РДУ) определены для стандартного пациента как 75% квантиль от максимальной рекомендуемой вводимой активности. Для каждого учреждения возможно разрабатывать собственные РДУ. При превышении референтных уровней следует проводить дополнительную оценку корректности выполняемых методик и причин превышения РДУ (антропометрические характеристики пациента, изменение технических характеристик оборудования, изменение протокола исследования, изменение методики исследования и т. д.). Учреждения, проводящие исследования, должны стремиться к снижению лучевой нагрузки для пациентов при сохранении диагностической ценности

¹ Для стандартного пациента весом 70 кг

исследования путем оптимизации протоколов исследования и применяемого оборудования. Для современных аппаратов с детекторами последнего поколения рекомендуется уменьшать вводимую активность на 30-50%. Следует оговориться, что указанная максимальная рекомендуемая активность не является пределом дозы и в ряде случаев вполне может быть превышена, например в случаях проведения исследований пациентам с избыточной массой тела.

Для перевода введенной активности в эффективную дозу следует использовать взвешенные коэффициенты, указанные в инструкции к препарату 0,09мЗв/МБк. Также можно использовать данные публикации ICRP, согласно которым эффективные дозы составляют 0,013 мЗв/МБк для взрослых и 0,037 мЗв/МБк для детей [23, 24]. Однако мы рекомендуем пользоваться Методическими указаниями Роспотребнадзора [27], приведенными в таблице 3.

При проведении ОФЭКТ/КТ вклад в суммарную эффективную дозу зависит от параметров протокола исследования. Органные дозы от вводимого РФП могут быть рассчитаны по таблице 4 [11].

При проведении ОФЭКТ, совмещенной с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ) дополнительная эффективная доза от КТ определяется согласно утвержденной методике (МУ 2.6.1.2944-11). Суммарную дозу за ОФЭКТ/КТ-исследование определяют, как сумму доз от введенного РФП и от КТ-сканирования.

Таблица 3 - Рекомендуемые дозовые коэффициенты [27]

РФП	Дозовые коэффициенты, мЗв/МБк				
	Взрослые	12-17 лет	8-12 лет	3-7 лет	0-2 года
¹²³ I-МИБГ	0,013	0,017	0,026	0,037	0,068
¹³¹ I-МИБГ	0,14	0,18	0,28	0,43	0,77

Таблица 4 - Коэффициенты для оценки органичных доз

	¹²³ I-МИБГ			¹³¹ I-МИБГ		
	Поглощенная доза на единицу введенной активности (мГр / МБк)					
	взрослые	15 лет	5 лет	взрослые	15 лет	5 лет
Надпочечники	0,017	0,022	0,045	0,17	0,23	0,45
Мочевой пузырь	0,048	0,061	0,084	0,59	0,73	1,7
Кости	0,011	0,014	0,034	0,061	0,072	0,18
Мозг	0,0047	0,006	0,016			
Грудь	0,0053	0,0068	0,017	0,069	0,069	0,18
Желчный пузырь	0,021	0,025	0,054			
Желудок	0,0084	0,011	0,03	0,077	0,093	0,25
Тонкая кишка	0,0084	0,011	0,03	0,074	0,091	0,24

Толстая кишка	0,0086	0,011	0,029			
Сердце	0,018	0,024	0,055	0,072	0,091	0,2
Почки	0,014	0,017	0,036	0,12	0,14	0,3
Печень	0,067	0,087	0,18	0,83	1,1	2,4
Легкие	0,016	0,023	0,049	0,19	0,28	0,6
Мышцы	0,0066	0,0084	0,02			
Пищевод	0,0068	0,088	0,021			
Яичники	0,0082	0,011	0,025	0,066	0,088	0,23
Поджелудочная железа	0,013	0,017	0,042	0,1	0,13	0,32
Красный костный мозг	0,0064	0,0079	0,018	0,067	0,083	0,19
Кожа	0,0042	0,0051	0,013			
Селезенка	0,02	0,028	0,066	0,49	0,69	1,7
Семенники	0,0057	0,0075	0,018	0,059	0,07	0,19
Тимус	0,0068	0,0088	0,021			
Щитовидная железа	0,0056	0,0073	0,019	0,05	0,065	0,18
Матка	0,01	0,013	0,029	0,08	0,1	0,26
Остальные органы	0,0067	0,0085	0,02	0,062	0,075	0,19
Эффективная доза (мЗв/МБк)	0,013	0,017	0,037	0,14	0,19	0,43

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Введение, время проведения исследования

Препарат, растворенный в соответствии с инструкцией производителя, вводят внутривенно медленно, как правило, в периферическую вену. При наличии центрального венозного катетера (ЦВК), особенно у маленьких детей, препарат вводят через ЦВК, соблюдая правила асептики и скорости введения (медленно, в течение пяти минут). После введения ^{123}I -МЙБГ ЦВК промывают введением 10–20 мл физиологического раствора.

Сканирование выполняют через 24 часа после введения ^{123}I -МЙБГ. При необходимости применяют отсроченное сканирование через 48 часов после введения. На сцинтиграммах, полученных через 48 часов после введения МЙБГ, может улучшиться визуализация низкоинтенсивных очагов, плохо различимых на 24-часовых снимках из-за высокого фонового физиологического накопления МЙБГ. Кроме того, через 48 часов происходит вымывание и перераспределение физиологического захвата (в кишечнике, мочевых путях, при ателектазах), что также облегчает возможность дифференцировать их с патологическим накоплением в образованиях. Однако необходимо отметить, что при отсроченных исследованиях повышается шум изображения, поэтому рекомендуется увеличить время сканирования. В настоящее время из-за возможности выполнения протокола ОФЭКТ/КТ исследования через 48 часов практически не проводят. Применение ОФЭКТ/КТ-протокола позволяет интерпретировать большинство неясных диагностических случаев, исключает необходимость отсроченного сканирования через 48 часов и необходимость в дополнительном анестезиологическом пособии для детей, исследование у которых может быть выполнено только под наркозом.

Перед исследованием пациенту необходимо опорожнить мочевой пузырь. В случае пресакральной локализации объемного образования пациенту может быть показана катетеризация мочевого пузыря.

Выбор коллиматора

Для проведения сцинтиграфии с ^{123}I -МЙБГ можно использовать как низкоэнергетический коллиматор, так и среднеэнергетический (3% фотонов ^{123}I обладают энергией более 400 кэВ, что может влиять на четкость изображения и его качество при использовании низкоэнергетического коллиматора).

Протокол исследования (сбор данных)

Стандартная визуализация включает планарное сканирование всего тела в передней и задней проекции на матрицу 1024×256 или 1024×512 при скорости движения стола 5-6 см в минуту. Возможно выполнение передних и

задних планарных статических сцинтиграмм головы и шеи (дополнительно боковые проекции в большинстве случаев), грудной клетки, живота и таза по 10 мин на снимок на матрицу 256 × 256.

В подавляющем большинстве случаев необходимо дополнительное проведение ОФЭКТ или ОФЭКТ/КТ-сканирований, что позволяет существенно улучшить качество и диагностическую значимость сцинтиграфии с МЙБГ. Сбор данных ОФЭКТ выполняют при следующих параметрах: 3° (60 проекций), 25–35 сек, матрица 128x128. Пример протокола исследования представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Протокол исследования сцинтиграфия с ^{123}I -МЙБГ

РФП	^{123}I -МЙБГ
Диапазон вводимых активностей для взрослых	250–407 МБк, для стандартного пациента не более 370 МБк
Диапазон вводимых активностей для детей	4,2–5,2 МБк/кг, минимально 37 МБк
Метод введения РФП	Внутривенно медленно
Аппарат	Двухдетекторная гамма-камера
Коллиматор	LEHR, MEGP
Энергетический пик изотопа	159 кэВ
Ширина энергетического окна	20%
Сцинтиграфия всего тела (WB)	5-6 см/мин, через 24 часа от введения РФП
Планарные статические сцинтиграммы зоны интереса	5–10 мин
ОФЭКТ	3° – 30 сек, матрица 128x128
КТ	Для коррекции ослабления, определения локализации

В большинстве случаев только при диффузном метастатическом поражении можно отказаться от проведения протокола ОФЭКТ/КТ. При опухолях малых размеров, опухолях больших размеров, не накапливающих МЙБГ в режиме «все тело», при расположении опухоли вблизи органов, в которых происходит физиологическое накопление препарата, для дифференциальной диагностики накопления в мягких тканях и костной ткани, в некоторых случаях для дифференциальной диагностики физиологического и патологического накопления показано выполнение ОФЭКТ/КТ области интереса.

Выполнение протокола ОФЭКТ/КТ требует больше времени (около 30–40 минут на исследование одной области интереса). Однако получаемая выгода от выполнения данного протокола исследования значительно превосходит недостаток, связанный с увеличением времени исследования. Если аппарат ОФЭКТ/КТ имеет характеристики диагностического КТ, в отдельных ситуациях возможно дополнить стандартное исследование КТ с контрастным усилением.

Побочные эффекты

Побочные эффекты (тахикардия, бледность, рвота, боль в животе) связаны с фармакологическими эффектами молекулы, а не с аллергией, и при правильном медленном внутривенном введении МИБГ встречаются очень редко.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Физиологическое распределение МЙБГ

МЙБГ в норме накапливается в слюнных железах, слизистой оболочке полости носа, миокарде, легких, печени, надпочечниках, кишечнике, матке (во время менструации) и мочевом пузыре. В некоторых случаях возможно накопление МЙБГ в слезных железах, в небольшом количестве накапливается в селезенке [8].

Бурый жир. Возможно физиологическое повышенное накопление МЙБГ в буром жире, это связано с симпатической иннервацией бурой жировой ткани (у детей), или может быть вызвано повышенным уровнем норэпинефрина (у взрослых). Физиологическое накопление МЙБГ на планарных изображениях визуализируется как симметрично повышенное накопление преимущественно в проекции шеи и надключичных областей.

Щитовидная железа. Не должна визуализироваться на скинтиграммах при своевременно выполненной блокаде раствором Люголя или йодидом калия.

Надпочечники. В 80% случаев отмечается физиологическое накопление ^{123}I МЙБГ в надпочечниках. Как правило, на планарных скинтиграммах накопление МЙБГ в надпочечниках выглядит как очаговое накопление в паравертебральной зоне, наиболее заметное на заднем детекторе. При ОФЭКТ/КТ поглощение ^{123}I МЙБГ в надпочечниках у взрослых пациентов считается нормальным, если оно «мягкое» (меньше или равно поглощению печенью), симметричное, а сами железы не увеличены на КТ изображениях. У детей интенсивность накопления МЙБГ в неизмененных надпочечниках в некоторых случаях может быть выше.

У пациентов после адреналэктомии часто происходит накопление МЙБГ в оставшемся надпочечнике, интенсивность накопления может различаться, по-видимому, это отражает степень физиологической компенсации функций оставшейся тканью надпочечника.

Во всех случаях важно удостовериться в том, что очаговое накопление МЙБГ происходит именно в неизмененном надпочечнике, а не в возможно прилежащих мягкотканых или узловых патологических образованиях [9].

Ложноположительные результаты. Возможно накопление МЙБГ, имитирующее патологическое, при ателектазах, пневмонии, фокальной нодулярной гиперплазии печени, гемангиомах печени, радиационном повреждении печени, при наличии большой добавочной селезенки, остром пиелонефрите, гидронефрозе, стенозе почечной артерии, сосудистых мальформациях. Также фокусы физиологического накопления в мочевых путях и кишечнике могут восприниматься, как патологические. Большинство из этих ложноположительных результатов может быть исключено при помощи ОФЭКТ/КТ.

Патологическое накопление МЙБГ

Повышенное и/или неоднородное накопление РФП в увеличенном надпочечнике является патологическим признаком, предполагающим наличие нейрогенного образования.

В норме МЙБГ не накапливается в костных структурах, очаговое накопление радиофармпрепарата в костях свидетельствует о наличии метастатического процесса (нейробластома, злокачественная феохромоцитома). Некоторые метастатические поражения могут быть МЙБГ-отрицательными на фоне МЙБГ-положительной первичной опухоли или, наоборот, МЙБГ-отрицательная первичная опухоль может быть связана с метастазами накапливающими РФП.

Любое вненадпочечниковое очаговое накопление МЙБГ, которое не может быть подтверждено как нормальное физиологическое, следует рассматривать, как патологическое.

Анализ полученных изображений

Врач-радиолог должен учитывать все клинические данные пациента и принять во внимание любые сведения, которые могут помочь в интерпретации сцинтиграфических изображений:

- анамнез подозреваемой первичной или остаточной опухоли;
- применение препаратов, влияющих на биораспределение МЙБГ;
- отсутствие или наличие симптомов;
- результаты лабораторных исследований (уровень катехоламина, раково-эмбриональный антиген, нейронспецифическая енолаза, кальцитонин и т. д.);
- результаты других методов визуализации (КТ, МРТ, УЗИ, рентгенография);
- предшествующее лечение (хирургическое, химиотерапия, гормонотерапия, лучевая терапия);
- семейный анамнез.

Оформление протокола исследования

В начале протокола исследования необходимо указать:

- данные пациента (Ф. И. О., дату рождения);
- уникальный идентификационный номер пациента;
- дату проведения исследования;
- информацию о введенной активности, времени и дате, месте (ЦВК, периферическая вена) введения РФП;
- эффективную дозу;
- данные визуализации.

Далее следует непосредственное описание исследования с указанием:

- локализации очага/очагов патологического накопления МЙБГ;
- интенсивности выявленных очагов (низкая, средняя, высокая – интерпретируется в зависимости от интенсивности накопления в миокарде);
- физиологического распределения МЙБГ;
- других особенностей (например, указание участка контаминации РФП).

В заключении необходимо указать данные о наличии/отсутствии очага (очагов) патологического накопления МЙБГ и его локализации (в случае наличия первичного очага указать область – шея, грудная клетка, забрюшинное пространство и др.), при наличии метастатических очагов патологического накопления МЙБГ указать пораженные органы/ткани (лимфатические узлы, печень, мягкие ткани, кости и др.). В случае повторного исследования проводят сравнение с предыдущими данными. При необходимости возможны рекомендации о проведении дополнительных методов исследования.

Во избежание неверной интерпретации полученных результатов врачами-клиницистами описание сцинтиграфии с МЙБГ (планарной сцинтиграфии и ОФЭКТ/КТ) рекомендовано оформлять единым протоколом с формированием общего заключения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сцинтиграфия с ^{123}I -МЙБГ играет значительную роль в диагностике при многих онкологических заболеваниях, обладает высокой чувствительностью и специфичностью. При нейроblastомах чувствительность составляет 88–92%, специфичность – 83–92%. При феохромоцитомах и парагангиомах ранее сообщалось о чувствительности и специфичности 83-100% и 95-100% соответственно. В настоящее время, более крупные исследования, включающие большое количество случаев экстраадреналовых, множественных, рецидивирующих и наследственных параганглиом, показывают чувствительность на уровне 52–75%. Применение протокола ОФЭКТ/КТ во многих случаях может повысить чувствительность и специфичность метода.

Сцинтиграфия с ^{123}I -МЙБГ имеет важное значение в подборе кандидатов на МЙБГ-терапию.

Стандартизация проведения сцинтиграфии с ^{123}I -МЙБГ, увеличение доступности исследования может способствовать повышению качества медицинской помощи для многих онкологических пациентов, в том числе для детей.

**Памятка для подготовки к сцинтиграфии
с ^{123}I -МЙБГ (краткий вариант)**

Как правило, исследование проходит в два этапа: 1-й день – введение радиофармпрепарата (^{123}I -МЙБГ), 2-й день – сканирование (планарная сцинтиграфия, при необходимости – ОФЭКТ/КТ).

При проведении исследования без наркоза:

1. Проконсультироваться с лечащим врачом о принимаемых лекарственных препаратах, необходимости и возможности их замены/отмены.

2. За два дня до введения ^{123}I -МЙБГ необходимо начать принимать 1% раствор Люголя для блокады щитовидной железы: 1 капля на кг массы тела (не более 40 капель в сутки), раствор Люголя можно употреблять с кусочком сахара, водой, грудным молоком. После введения радиофармпрепарата рекомендуется продолжать прием раствора 1% Люголя в течение 1–2 дней.

3. В течение двух суток до введения ^{123}I -МЙБГ не употреблять кофе и продукты, содержащие ванилин и катехолоподобные соединения (шоколад, сыр с голубой плесенью).

4. Не рекомендуется сбор суточной мочи и/или общего анализа мочи в течение 72 часов после введения ^{123}I -МЙБГ.

При проведении исследования с наркозом:

1. Выполнить подготовку к исследованию как при проведении без наркоза (см. описание выше).

2. В день сканирования необходимо исключить прием любой пищи и жидкости за шесть часов до исследования (кроме грудного молока и воды, их можно ограничить за четыре часа до исследования).

**Памятка для подготовки к сцинтиграфии
с ¹²³I-МИБГ (полный вариант)**

Как правило, исследование проходит в два этапа: 1-й день – введение радиофармпрепарата (¹²³I-МИБГ), 2-й день – сканирование (планарная сцинтиграфия, при необходимости – ОФЭКТ/КТ).

При проведении исследования без наркоза:

1. Проконсультироваться с лечащим врачом о принимаемых лекарственных препаратах, необходимости и возможности их замены/отмены.

Таблица 2.1 - Отмена лекарственных препаратов

Группа лекарственных средств	Название	Рекомендуемые сроки отмены/замены до исследования
Антиаритмические средства	Амиодарон	Отмена не рекомендуется
Комбинированные α/β-блокаторы	Лабеталол	72 ч
Адреноблокаторы центрального действия	Бретилиум	48 ч
	Гуанетидин	48 ч
	Резерпин	48 ч
α-адреноблокаторы	Феноксibenзамин	15 сут.
Блокаторы кальциевых каналов	Амлодипин	48 ч
	Дилтиазем	24 ч
	Фелодипин	48 ч
	Исрадипин	48 ч
	Лацидипин	48 ч
	Лерканидипин	48 ч
	Никардипин	48 ч
	Нифедипин	24 ч
	Нимодипин	24 ч
	Нисолдипин	48 ч
	Верапамил	48 ч
Инотропные симпатомиметики	Добутамин	24 ч
	Допамин	24 ч
	Допексамин	24 ч
Сосудосуживающие симпатомиметики	Эфедрин	24 ч
	Метараминол	24 ч
	Норэпинефрин	24 ч
	Фенилэфрин	24 ч
β2-адреномиметики	Сальбутамол	24 ч
	Тербуталин	24 ч
	Эфротерол	24 ч
	Бамбутерол	24 ч
	Фенотерол	24 ч
	Сальметерол	24 ч

Другие стимуляторы β-адренорецепторов	Орсифреналин	24 ч
Системные и местные назальные противоотечные препараты, комбинированные препараты при кашле и ОРВИ	Псевдоэфедрин	48 ч
	Фенилэфрин	48 ч
	Эфедрин	24 ч
	Ксилометазолин	24 ч
	Оксиметазолин	24 ч
Симпатомиметики для лечения глаукомы	Бримонидин	48 ч
	Дипивефрин	48 ч
Нейролептики	Хлорпромазин	24 ч
	Бенперидол	48 ч
	Флупентиксол	48 ч или 1 мес. для депо
	Флуфеназин	24 ч или 1 мес. для депо
	Галоперидол	48 ч или 1 мес. для депо
	Левомепромазин	72 ч
	Перициазин	48 ч
	Перфеназин	24 ч
	Пимозид	72 ч
	Пипотиазин	1 мес. для депо
	Прохлорперазин	24 ч
	Промазин	24 ч
	Сульпирид	48 ч
	Тиоридазин	24 ч
	Трифлюоперазин	48 ч
	Зуклопентиксол	48 ч или 1 мес. для депо
	Амилсуприд	72 ч
	Клозапин	7 сут.
	Оланзапин	7–10 сут.
	Кветиапин	48 ч
Рisperидон	5 сут. или 1 мес. для депо	
Сертиндол	15 сут.	
Зотепин	5 сут.	
Седативные антигистаминные препараты	Прометазин	24 ч
Опиоидные анальгетики	Трамадол	24 ч
Трициклические антидепрессанты	Амитриптилин	48 ч
	Амоксапин	48 ч
	Кломипрамин	24 ч
	Дозулепин	24 ч
	(Дотиэпин)	24 ч
	Доксепин	24 ч
	Имипрамин	48 ч
	Лофепрамин	24 ч
	Нортриптилин	48 ч
Тримипрамин		
Антидепрессанты, подобные трициклическим	Мапротилин	48 ч
	Миансерин	48 ч
	Тразолон	48 ч

	Венлафлаксин	48 ч
	Миртазепин	8 сут.
	Редоксетин	3 сут.
Стимуляторы ЦНС	Амфетамин	48 ч
	Атомоксетин	5 сут.
	Метилфенидат	48 ч
	Модафинил	72 ч
	Кокаин	24 ч
	Кофеин	24 ч

2. За два дня до введения ^{123}I -MIBG необходимо начать принимать 1% раствор Люголя для блокады щитовидной железы: 1 капля на кг массы тела (не более 40 капель в сутки), раствор Люголя можно употреблять с кусочком сахара, водой, грудным молоком. После введения радиофармпрепарата рекомендуется продолжать прием раствора 1% Люголя в течение 1–2 дней.

3. В течение двух суток до введения ^{123}I -MIBG не употреблять кофе и продукты, содержащие ванилин и катехолоподобные соединения (шоколад, сыр с голубой плесенью).

4. Не рекомендуется сбор суточной мочи и/или общего анализа мочи в течение 72 часов после введения ^{123}I -MIBG.

При проведении исследования с наркозом:

1. Выполнить подготовку к исследованию как при проведении без наркоза (см. описание выше).

2. В день сканирования необходимо исключить прием любой пищи и жидкости за шесть часов до исследования (кроме грудного молока и воды, их можно ограничить за четыре часа до исследования).

Образец оформления описания и заключения исследования при наличии очага накопления ^{123}I -МЙБГ только в первичном объемном образовании

Гамма-сцинтиграфия и ОФЭКТ с ^{123}I -МЙБГ

Дата исследования: 02.01.2019

Ф. И. О. пациента:

Дата рождения:

УИН пациента:

РФП и доза: в 09:15 01.01.2019 внутривенно через (центральный/периферический) доступ введен ^{123}I -МЙБГ в дозе 50 МБк. Осложнений на введение не было.

Эффективная доза: 3,7 мЗв.

Визуализация: проведена через 24 часа после введения радиофармпрепарата (РФП) на аппарате _____ по стандартному протоколу с записью общего планарного изображения всего тела в передней и задней проекциях, головы в боковых проекциях, ОФЭКТ/КТ брюшной полости и забрюшинного пространства.

На полученных сцинтиграммах всего тела и ОФЭКТ/КТ-совмещенных изображениях определяется очаг патологического накопления МЙБГ высокой интенсивности в мягкотканом образовании забрюшинного пространства справа, расположенном на уровне тел L1–L3 позвонков.

В других исследованных отделах визуализируется физиологически повышенное накопление радиофармпрепарата в проекции слюнных желез, полости носа, в пределах проекции миокарда, печени, кишечника и мочевого пузыря.

Заключение: на момент исследования определяется патологическое накопление МЙБГ в образовании забрюшинного пространства справа, что свидетельствует о наличии активной специфической ткани нейрогенной природы.

Врач-радиолог

Данное заключение не является рекомендацией по дальнейшему лечению. Рекомендовано обратиться за консультацией к онкологу.

Образец оформления описания и заключения исследования при наличии накопления ^{123}I -МЙБГ в метастатических очагах

Гамма-сцинтиграфия и ОФЭКТ с ^{123}I -МЙБГ

Дата исследования: 02.01.2019

Ф. И. О. пациента:

Дата рождения:

РФП и доза: в 09:15 01.01.2019 внутривенно через (центральный/периферический) доступ введен ^{123}I -МЙБГ в дозе 50 МБк. Осложнений на введение не было.

Эффективная доза: 3,4 мЗв.

Визуализация: проведена через 24 часа после введения радиофармпрепарата (РФП) на аппарате _____ по стандартному протоколу с записью общего планарного изображения всего тела в передней и задней проекциях, головы в боковых проекциях.

На полученных сцинтиграммах всего тела определяются множественные очаги патологического накопления МЙБГ различных размеров и интенсивности в проекции головы, грудной клетки, позвоночника, таза, обеих плечей, обеих нижних конечностей.

В других исследованных отделах визуализируется физиологически повышенное накопление радиофармпрепарата в проекции слюнных желез, полости носа, в пределах проекции миокарда, печени, кишечника и мочевого пузыря.

Заключение: на момент исследования определяются множественные очаги патологического накопления МЙБГ в проекции костей, что свидетельствует о наличии активной специфической ткани нейрогенной природы.

Врач-радиолог

Данное заключение не является рекомендацией по дальнейшему лечению. Рекомендовано обратиться за консультацией к онкологу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wieland D.M. Radiolabeled adrenergic neuron-blocking agents: adrenomedullary imaging with [131]iodobenzylguanidine / Wieland D.M., Vu J., Brown L.E. // *J Nucl Med*, 1980. 21(4):349-53.
2. Freitas J.E. Adrenal cortical and medullary imaging. *Semin Nucl Med*, 1995. 25(3):235-30.
3. Mairs R.J. Prediction of accumulation of 131I-labelled metaiodobenzylguanidine in neuroblastoma cell lines by means of reverse transcription and polymerase chain reaction. / Mairs R.J., Livingstone A., Gaze M.N. // *Br J Cancer*, 1994. 70(1): 97-101.
4. Vik T.A. (123)I-MIBG scintigraphy in patients with known or suspected neuroblastoma: Results from a prospective multicenter trial / Vik T.A., Pfluger T., Kadora R. // *Pediatr Blood Cancer*, 2009. 52(7): 784-90.
5. Sharp S.E. Pediatrics: diagnosis of neuroblastoma / Sharp S.E., M.J. Gelfand, B.L. Shulkin // *Semin Nucl Med*, 2011. 41(5): 345-53.
6. Biasotti S. False-negative metaiodobenzylguanidine scintigraphy at diagnosis of neuroblastoma / Biasotti S., Garaventa A., Villavecchia G.P. // *Med Pediatr Oncol*, 2000. 35(2): 153-5.
7. Vallabhajosula S. Radioiodinated metaiodobenzylguanidine (MIBG): radiochemistry, biology, and pharmacology / Vallabhajosula S., Nikolopoulou A. // *Semin Nucl Med*, 2011. 41(5): 324-33.
8. Parisi M.T. The biodistribution of metaiodobenzylguanidine / Parisi M.T., Sandler E.D., Hattner R.S. // *Semin Nucl Med*, 1992. 22(1): 46-8.
9. Paltiel, H.J. Neural crest tumors: I-123 MIBG imaging in children. *Radiology*, 1994. 190(1): 117-21.
10. Olivier P. Guideline for radioiodinated MIBG scintigraphy in children / Olivier P., Colarinha P., Fettich J. // 2003. 30(5): B45-50. – Epub 2003 Mar 26.
11. Bombardieri E. 131I/123I-metaiodobenzylguanidine (mIBG) scintigraphy: procedure guidelines for tumour imaging / Bombardieri E., Giammarile F., Aktolun C. // *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010. 37(12): 2436-46.
12. Bar-Sever Z. Guidelines on nuclear medicine imaging in neuroblastoma / Bar-Sever Z., Biassoni L., Shulkin B // *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018. 45(11):2009-2024.
13. Taieb D. EANM 2012 guidelines for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma / Taieb D., Timmers H. J., Hindie E. // *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012. 39(12):1977-95. Epub 2012 Aug 28.
14. Taieb D. European Association of Nuclear Medicine Practice Guideline/Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Procedure Standard 2019 for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma / Taieb D., Hindie E., Hicks R. // *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2019. 46(10):2112-37. Epub 2019 June 29.

15. Sharp S.E. MIBG in neuroblastoma diagnostic imaging and therapy / Sharp S.E., Trout A.T., Wiess B.D., Gelfand M.J. // *Radiographics*, 2016. 36(1): 258-78.
16. Streby K.A. Nothing but NET: a review of norepinephrine transporter expression and efficacy of ¹³¹I-mIBG therapy / Streby K.A., Shah N., Ranalli M.A. // *Pediatr Blood Cancer*, 2015. 62(1): 5-11. Epub 2014 Aug 30.
17. American College of Radiology. ACR-AAPM-practice parameter for reference levels and achievable administered activity for nuclear medicine and molecular imaging. 2014; Available at: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/reflevels-nucmed.pdf?la=en>
18. <https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/MEDVChart.html>
19. Ядерная медицина: физика, оборудование, технологии: учебное пособие / А.В.Хмелев. – М.: НИЯУ МИФИ, 2018. – 440 с.
20. Charged Particle Cross-Section Database for Medical Radioisotope Production: Diagnostic Radioisotopes and Monitor Reactions Final Report of a Co-ordinated Research Project IAEA-TECDOC-1211 2001 291 p.
21. NCRP Report 172
22. Taïeb D, Timmers HJ, Hindié E, et al. EANM 2012 guidelines for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2012;39(12):1977–1995. doi:10.1007/s00259-012-2215-8
23. International Commission on Radiological Protection. Publication 80: Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. *Annals of the ICRP*, vol. 28. Oxford: Pergamon Press; 1998. p. 3.
24. International Commission on Radiological Protection. Publication 53: Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. *Annals of the ICRP*, vol. 18. Oxford: Pergamon Press; 1987. p. 1–4.
25. МИБГ, ¹²³I Инструкция по медицинскому применению - РУ № Р N003220/01
26. ¹²⁴I-MIBG: a new promising positron-emitting radiopharmaceutical for the evaluation of neuroblastoma. *Nucl Med Ref Cent East Eur*, 2015. 18 (2):102-106.
27. Методические указания МУ 2.6.1.3151-13 "Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 20 декабря 2013 г.).

ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы
«Научно-практический клинический центр диагностики
и телемедицинских технологий
Департамента здравоохранения города Москвы»

ВЫПИСКА

из протокола № 5/2019 заседания ученого совета
ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

от 30 октября 2019 года

г. Москва

Состав ученого совета: 26 человека
Присутствовало: 19 человек

СЛУШАЛИ:

Утверждение методических рекомендаций «Проведение скintiграфических исследований с ¹²³I-МЙБГ при различных патологических состояниях организма. Раздел 1. Диагностика онкологических заболеваний», Киреева Е. Д.

ПОСТАНОВИЛИ:

Утвердить методические рекомендации «Проведение скintiграфических исследований с ¹²³I-МЙБГ при различных патологических состояниях организма. Раздел 1. Диагностика онкологических заболеваний» и представить их на утверждение в экспертный совет по науке ДЗМ.

Председатель Ученого совета
д.м.н., профессор



С.П. Морозов

Ученый секретарь
к.м.н.



О.А. Мокиенко