Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований

Методические указания
МУ 2.6.1.3151—13

Издание официальное

Москва • 2014

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований

Методические указания
МУ 2.6.1.3151—13

ББК 51.26
О93

О93 **Оценка** и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований: Методические указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014.—36 с.

ISBN 978—5—7508—1371—1

1. Разработаны Федеральным бюджетным учреждением науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» (И.А. Звонова – руководитель разработки, М.И. Балонов, В.С. Репин, Л.А. Чипига).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 30.05.2013 № 1).

3. Утверждены врио руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 20.12.2013.

4. Дата введения в действие – с момента утверждения.

5. Введены взамен методических указаний МУ 2.6.1.1798—03 «Оценка, учет и контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований».

ББК 51.26

Редактор Н. В. Кожока
Технический редактор А. А. Григорьев

Подписано в печать 18.12.14

Формат 60×84/16 Усл. печ. л. 2,09
Тираж 200 экз. Заказ 84

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер. д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а

Отделение реализации, тел./факс 8 (495) 952-50-89

© **Роспотребнадзор, 2014**

© **Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014**

Содержание

I. Область применения 4

II. Общие положения 5

III. Оценка эффективной дозы у пациента 5

IV. Способы снижения дозы у пациента 8

V. Учет доз, полученных пациентами 9

Приложение 1. Численные значения дозовых коэффициентов для расчета эффективной дозы у пациентов при использовании радиофармпрепаратов в диагностических целях 12

Приложение 2. Индивидуальный лист учета доз медицинского облучения 30

Приложение 3. Термины и определения 31

Приложение 4. Нормативные ссылки 35

Приложение 5. Библиография 36

УТВЕРЖДАЮ

Врио руководителя Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главного государственного
санитарного врача
Российской Федерации

А.Ю. Попова

20 декабря 2013 г.

Дата введения: с момента утверждения

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований

Методические указания

МУ 2.6.1.3151—13

I. Область применения

1.1. Настоящие методические указания (далее – МУ) разработаны в развитие требований СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» (зарегистрированы в Минюсте России 14.08.2009, регистрационный № 14534) и СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010) (зарегистрированы в Минюсте России 11.08.2010, регистрационный номер 18115) и устанавливают порядок оценки дозы, получаемой пациентами при проведении радионуклидных диагностических исследований с введением в организм пациентов фармацевтических препаратов, содержащих радионуклид.

1.2. Предназначены МУ для органов и организаций Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации, а также специалистов медицинских организаций, ответственных за проведение радионуклидных диагностических исследований, для специалистов организаций, осуществляющих оценку, учет и контроль уровней облучения пациентов.

1.3. Методические указания относятся только к диагностическим радионуклидным исследованиям и не предназначены для оценки дозы при терапевтическом применении радионуклидов.

II. Общие положения

2.1. Основной количественной мерой радиационного воздействия на здоровье человека, применяемой для защиты от разных источников ионизирующего излучения, включая медицинские, является эффективная доза.

2.2. Оценка и учет эффективных доз медицинского облучения пациентов позволяет решить следующие практические задачи:

– сравнить разные виды рентгеновской и радионуклидной диагностики по их радиационному воздействию и обеспечить учет доз у пациента при их проведении;

– обосновать назначение радионуклидного исследования по сравнению с риском недополучения диагностической информации;

– оптимизировать проведение радиодиагностических процедур при использовании сходных технологий и процедур в различных больницах с помощью референтного диагностического уровня вводимой пациенту активности;

– анализировать динамику и уровни медицинского облучения населения при применении радионуклидных методов диагностики;

– оценить вклад медицинского облучения при использовании радиофармпрепаратов (далее – РФП) в суммарную коллективную дозу у населения отдельных регионов и страны в целом и запланировать мероприятия по улучшению радиационного благополучия населения.

2.3. Учет индивидуальных доз, полученных пациентами при проведении диагностических рентгенорадиологических исследований, является обязательным и осуществляется в рамках программы единой государственной системы контроля и учета доз облучения граждан (ЕСКИД).

2.4. Для радионуклидной диагностики пациентов должны использоваться РФП, аппаратура, оборудование и технологии, которые разрешены к клиническому применению в установленном порядке в соответствии с законодательством Российской Федерации.

III. Оценка эффективной дозы у пациента

3.1. Дозиметрические данные представлены в МУ для тех РФП, которые описаны в литературе, применяются в мировой практике ядерной медицины или в клинических исследованиях, для которых есть данные о метаболизме РФП в организме человека. В МУ использованы обобщенные биокинетические данные и дозовые коэффициенты, прошедшие международную экспертизу и пред-

ставленные в публикациях 53, 80, 106 Международной Комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Расчеты сделаны для нормального обмена вводимого РФП в организме и лишь в некоторых случаях приведены расчеты для патологических состояний.

3.2. В отдельных случаях расчеты доз сделаны по обобщенной биокинетической модели для некоторых классов РФП: моноклональных антител, индикаторов мозговых рецепторов, аминокислот и др. Это относится главным образом к РФП, содержащим ультракороткоживущие радионуклиды, которые используются в позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ). Обобщенные модели получены для рассматриваемых классов веществ, меченных более долгоживущими радионуклидами. Оценки эффективных доз по обобщенной и уточненной для отдельных РФП моделям различаются не более, чем в 1,5—2,0 раза, что допустимо при оценке эффективной дозы пациента.

3.3. Для РФП, содержащих ультракороткоживущие радионуклиды, применяемые в ПЭТ, для которых практически сложно получить биокинстические параметры, использована «модель наихудшего случая». Использование такой модели даёт наивысшую оценку дозы, которую может получить пациент при исследовании любым препаратом, меченным данным радионуклидом.

3.4. Эффективная доза, полученная условным пациентом возраста θ при проведении радионуклидного исследования, определяется видом введенного РФП и его активностью. Её вычисляют как произведение введенной активности на возраст-зависимый дозовый коэффициент, соответствующий этому РФП:

$$E(\theta) = K_E(\theta) \cdot A_{РФП}, \text{ где} \quad (1)$$

$E(\theta)$ – эффективная доза, полученная пациентом возраста θ, мЗв;

θ – возраст пациента, лет;

$K_E(\theta)$ – возраст-зависимый дозовый коэффициент, равный эффективной дозе, полученной пациентом в результате поступления в организм человека единичной активности РФП. В МУ представлены значения дозовых коэффициентов для разных РФП в единицах мЗв/МБк;

$A_{РФП}$ – активность введенного РФП, МБк.

Примечание: 1 МБк = 1 000 000 Бк; 1 мЗв = 0,001 Зв; 1 мКи = 37 000 000 Бк = 37 МБк; 1 бэр = 10 мЗв.

3.5. Вводимую активность следует выбирать в соответствии с методикой исследования и с учетом чувствительности регистрирующей аппаратуры. Приготовленную для введения пациенту активность непосредственно перед введением измеряют на дозкалибраторе; в расчете дозы используют измеренное значение активности.

3.6. Для исследования детей используют меньшие активности, чем для взрослых пациентов, принимая во внимание бо́льшую радиочувствительность детей и более высокую дозу на единицу вводимой активности. Радионуклидное исследование детям проводят по важным клиническим показаниям, уменьшая вводимую активность пропорционально массе тела по сравнению со взрослыми. На рис. 1 показана зависимость значения понижающего коэффициента от массы тела пациента, которую следует использовать при определении активности, вводимой детям. При выборе вводимой активности необходимо стремиться к достижению одинаковой статистики счета для разных возрастов, достаточной для получения качественного диагностического изображения.

3.7. Значения возраст-зависимых дозовых коэффициентов K_E для различных РФП приведены в прилож. 1 к настоящим МУ. Дозовые коэффициенты представлены для пяти возрастных групп пациентов: 0—2 года, 3—7, 8—12, 13—17 лет и взрослые, начиная с 18 лет.

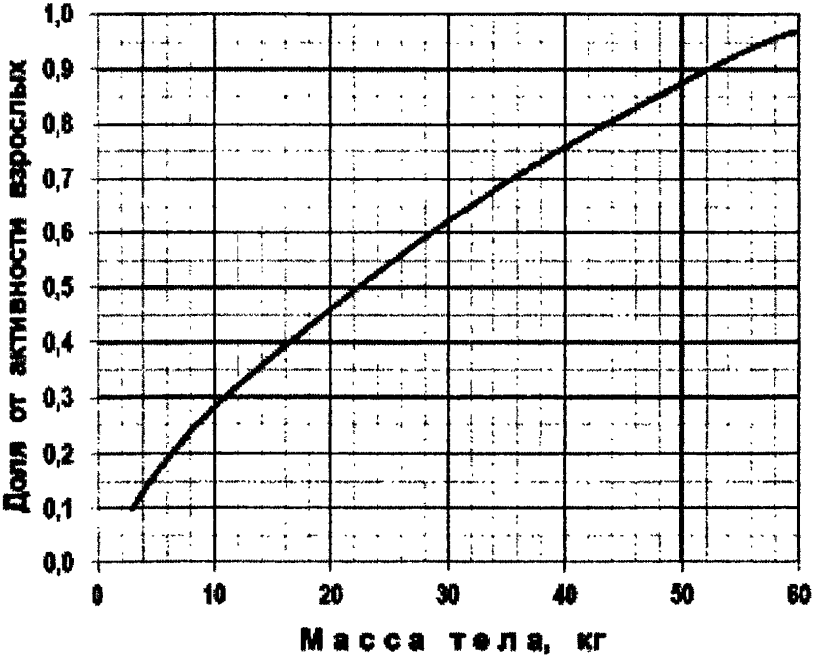

Рис. 1. Зависимость коэффициента понижения вводимой активности РФП от массы тела пациента. За единицу принято значение вводимой активности РФП для «стандартных» взрослых пациентов

3.8. Приведенные в настоящих МУ дозовые коэффициенты (K_E), предназначенные для оценки эффективных доз пациентов, получены путем усреднения по представительным выборкам индивидуумов обоего пола каждой возрастной группы и относятся к «условному человеку» с соответствующей массой тела. Дозовые коэффициенты не учитывают индивидуальных различий, обусловленных разницей в росте и массе тела в пределах возрастной группы, размере и форме органов, различий пола. Индивидуальная доза реального пациента может отличаться от расчетного значения эффективной дозы не более, чем в два раза из-за различий с «условным человеком» по топографии, массе и форме органов, индивидуальным параметрам временного и пространственного распределения введенного РФП и др.

IV. Способы снижения дозы у пациента

4.1. При назначении и проведении радиодиагностических процедур следует отдавать предпочтение методикам исследования, РФП, радиодиагностической аппаратуре, обеспечивающим получение необходимой диагностической информации при наименьших дозах у пациента.

4.2. После проведения исследования с РФП, при отсутствии медицинских противопоказаний у пациента, можно ускорить выведение радионуклида из организма, вызывая учащение мочеиспускания у пациента гидратацией, приёмом диуретиков или катетеризацией, освобождение кишечника приемом слабительного или клизмой, желчного пузыря – приёмом жирной пищи или холецистокинина.

4.3. Расчеты дозовых коэффициентов выполнены в предположении об абсолютной радионуклидной и радиохимической чистоте используемых РФП. Наличие примесей может повлиять на реально полученную дозу.

4.4. Для некоторых веществ, таких как меченные радиоизотопами йода препараты, пертехнетат, некоторые РФП, используемые для исследований почек, целесообразно применять блокирующие агенты, которые вводят перед или одновременно с введением РФП, чтобы создать конкуренцию поглощению радиоактивного вещества в специфических, не исследуемых органах, и тем самым уменьшить эффективную дозу.

4.5. Несмотря на то, что количественная процедура учета эффективности снижения дозы от применения блокаторов и стимуляторов выведения в настоящее время не разработана, а оценка дозы у пациента осуществляется по моделям обмена, не учитывающим роль модификаторов обмена, рекомендации по методам снижения доз остаются в силе.

V. Учет доз, полученных пациентами

5.1. Дозу пациента от каждого проведенного диагностического исследования с введением РФП необходимо вносить в персональный лист учета доз медицинского облучения, который является обязательным приложением к амбулаторной карте больного или истории болезни и служит основой для оценки радиационного риска для пациента от всех проводимых рентгенорадиодиагностических процедур.

5.2. В лист учета вносят дату проведения исследования, наименование РФП, введенную активность, метод исследования, полученную эффективную дозу. Форма листа учета данных дозиметрии приведена в прилож. 2 к настоящим МУ.

5.3. По требованию пациента ему предоставляют информацию об ожидаемой или полученной эффективной дозе и о риске возможных последствий для его здоровья.

5.4. Данные о проведенных радионуклидных исследованиях должны быть зарегистрированы в журнале введения РФП пациентам, его следует дополнить графой для записи значения эффективной дозы, полученной каждым пациентом. В совокупности с данными приходно-расходного журнала и журнала приготовления рабочих растворов записи в журнале введений дают возможность проконтролировать введенную активность и дозу, полученную пациентом.

5.5. По завершении отчетного года по данным дозиметрии из журнала введений РФП пациентам за прошедший год каждая медицинская организация составляет статистический отчет по форме № 3-ДОЗ.

5.6. В разделе формы № 3-ДОЗ, относящемся к радионуклидной диагностике, выполняемые процедуры классифицированы по названиям основных исследуемых органов человека. Процедуры, не подходящие под название перечисленных органов, учитывают в разделе «Прочие». По результатам ежегодного анализа дозиметрических данных рассчитывают средние индивидуальные и коллективные дозы пациентов по всем видам процедур, включая прочие, и суммарную коллективную эффективную дозу вследствие проведения процедур радионуклидной диагностики в организации за прошедший год.

5.7. В форму статистического наблюдения № 3-ДОЗ вносят данные о количестве проведенных исследований, понимая их как число пациентов, которым был введен РФП, и построчно записывают коллективные дозы, полученные пациентами при «функциональном» или сцинтиграфическом исследовании органа, указанного в первой колонке. Коллективную дозу $КД_{ij}$, полученную

всеми пациентами за год при проведении исследования *j*-го органа с введением *i*-го РФП, вычисляют суммированием всех индивидуальных доз, полученных всеми пациентами, подвергшимися этому исследованию, или умножением средней эффективной дозы E_i, при введении средней установленной активности $РФП_i$ на число пациентов N_{ij}, прошедших это диагностическое исследование j:

$$КД_{ij} = E_i \cdot N_{ij} \quad (2)$$

5.8. В форму статистического наблюдения № 3-ДОЗ следует представить коллективные дозы для функциональных или сцинтиграфических исследований, сгруппировав их по исследуемому органу. Для этого надо просуммировать все значения коллективной эффективной дозы ($КД_j$), полученной при исследовании данного органа с введением разных $РФП_i$:

$$КД_j = КД_{1j} + КД_{2j} + ... + КД_{ij}, \text{ где} \quad (3)$$

$КД_j$, чел. · мЗв – коллективная эффективная доза, полученная всеми пациентами в ЛПУ, которые проходили радионуклидное исследование *j*-го органа путем введения разных РФП;

$КД_{1j}$, $КД_{2j}$, ..., $КД_{ij}$, чел.· мЗв – коллективные эффективные дозы, полученные пациентами, которые проходили радионуклидное исследование j-го органа с введением *i*-го РФП;

i – число РФП (или разные дозировки одного и того же РФП для разных исследований), которые используются в ЛПУ для диагностики *j*-го органа.

Полученные значения коллективной дозы, деленные на 1 000, вписывают в форму № 3-ДОЗ отдельно для функциональных и сцинтиграфических исследований, а затем их сумму вписывают в ячейку на пересечении колонки «Суммарная коллективная доза, чел.· 3в» и строки соответствующего органа.

5.9. Среднюю индивидуальную эффективную дозу E_j, получаемую пациентами при исследовании *j*-го органа, вычисляют делением суммы $КД_j$, полученной при введении разных используемых РФП, на общее число пациентов, получивших исследование данного органа с разными РФП и разными методами:

$$E_j = КД_j \ / (N_{1j} + N_{2j} + ... + N_{ij}) \quad (4)$$

5.10. Аналогичным образом рассчитывают среднюю эффективную дозу для всех пациентов, прошедших в рассматриваемой медицинской организации разные виды радионуклидной диагностики в отчетном году:

$$E_{ср} = (КД_1 + КД_2 + ... + КД_j) \ / (N_1 + N_2 + ... + N_j), \quad (5)$$

В формуле (5) суммируют все коллективные дозы от исследований j органов и сумму делят на число всех пациентов, обследо-

ванных методами радионуклидной диагностики в данной организации.

5.11. Территориальные органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, ежегодно анализируют формы статистической отчетности № 3-ДОЗ и при выявлении относительно высоких доз у пациентов в медицинской организации проводят анализ причин их формирования и разрабатывают рекомендации по их снижению.

Приложение 1
(обязательное)

Численные значения дозовых коэффициентов для расчета эффективной дозы у пациентов при использовании радиофармпрепаратов в диагностических целях

Изотоп, период полураспада	Вещество	Способ введения[1]	Состояние обмена	Дозовые коэффициенты, мЗв/МБк				
				Взрослые	12—17 лет	8—12 лет	3—7 лет	0—2 года
1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{3}H, T=12,35 лет	Вода	в/в	Норма	0,016	0,016	0,018	0,024	0,045
	Инулин	в/в	Нормальная функция почек	0,0012	0,0015	0,0024	0,0038	0,0075
	Инулин	в/в	Аномальная функция почек	0,0022	0,0027	0,0044	0,0071	0,014
	Нейтральный жир и свободные жирные кислоты	в/в	Норма	0,22	–	–	–	–
^{11}C, T=20,38 мин	Аминокислоты[2] (общая дозиметрическая модель)	в/в	Норма	0,0056	0,0075	0,018	0,025	0,045
	Ацетат	в/в	Норма	0,0035	0,0043	0,0065	0,0099	0,018
	Бутират натрия	в/в	Норма	0,0042	0,0053	0,008	0,012	0,023
	Оксид	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,0048	0,0064	0,0095	0,015	0,029
	Оксид	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,0032	0,0039	0,0063	0,011	0,019
	Диоксид	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,0016	0,0019	0,003	0,0048	0,0093
	Диоксид	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,001	0,0012	0,0019	0,003	0,0059
	Метионин	в/в	Норма	0,0084	0,011	0,017	0,026	0,047

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Метил-^{11}С-тимидин	в/в	Норма	0,0035	0,0044	0,0068	0,011	0,02
	2-^{11}С-тимидин	в/в	Норма	0,0027	0,0034	0,0053	0,0084	0,016
	Эритроциты	в/в	Норма	0,005	0,0061	0,01	0,016	0,03
	Спиперон	в/в	Норма	0,0053	0,007	0,011	0,016	0,03
	Индикаторы мозговых рецепторов[3)], общая дозиметрическая модель	в/в	Норма	0,0043	0,0055	0,0086	0,014	0,026
	Модель наихудшего случая	в/в	Норма	0,011	0,014	0,021	0,033	0,061
^{14}С, Т=5730 лет	Инулин	в/в	Нормальная функция почек	0,0082	0,0097	0,016	0,025	0,048
	Инулин	в/в	Аномальная функция почек	0,019	0,023	0,038	0,061	0,12
	Мочевина	в/в или п/о	Норма	0,031	–	–	–	–
	Мочевина	в/в	*Helicobacter pylori*	0,081	–	–	–	–
	Нейтральные жиры или свободные жирные кислоты	в/в	Норма	2,1	–	–	–	–
^{13}N, Т=9,97 мин	Газ	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00038	0,00057	0,00083	0,0013	0,0024
	Газ	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00043	0,00067	0,00096	0,0014	0,003
	Газ в растворе	в/в	Норма	0,00041	0,00064	0,00091	0,0014	0,0028
	Аммиак водный	в/в	Норма	0,002	0,0024	0,0036	0,0067	0,011

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Алютамат	в/в	Норма	0,0039	0,0051	0,0087	0,012	0,023
^{15}O, T=122 сек	Оксид углерода	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00081	0,0011	0,0018	0,0029	0,0056
	Оксид углерода	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00055	0,00072	0,0012	0,0019	0,0037
	Диоксид углерода	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00051	0,00064	0,001	0,0016	0,0031
	Диоксид углерода	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,00038	0,00048	0,00074	0,0011	0,0023
	Газ	однократная ингаляция при задержке дыхания 20 с	Норма	0,00037	0,00054	0,00081	0,0012	0,0025
	Газ	непрерывная ингаляция 1 ч	Норма	0,0004	0,0006	0,00089	0,0014	0,0028
	Вода	в/в	Норма	0,0011	0,0014	0,0023	0,0038	0,0077
^{18}F, T=1,84 ч	Аминокислоты[2] (общая дозиметрическая модель)	в/в	Норма	0,023	0,031	0,066	0,093	0,16
	Индикаторы мозговых рецепторов[3], общая дозиметрическая модель	в/в	Норма	0,028	0,037	0,054	0,078	0,18
	Фторид	в/в	Норма	0,024	0,03	0,046	0,076	0,15
	Фтородиоксиглюкоза (ФДГ)	в/в	Норма	0,019	0,024	0,037	0,056	0,095
	L-DOPA	в/в	Норма	0,025	0,032	0,049	0,07	0,1

Продолжение приложе. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{22}Na, T=2,60 лет		в/в	Норма	2,6	3,1	4,6	7,4	14
^{24}Na, T=15 ч		в/в	Норма	0,32	0,37	0,57	0,94	1,8
		п/о	Норма	0,36	0,42	0,65	1,0	1,9
^{28}Mg, T=20,9 ч		в/в	Норма	0,72	0,85	1,4	2,6	5,5
^{32}P, T=14,28 сут.	Фосфат	в/в или п/о	Норма	2,4	3,3	5,6	11	24
^{33}P, T=25,4 сут.	Фосфат	в/в или п/о	Норма	0,66	0,88	1,5	3,0	6,4
^{35}S, T=87,44 сут.	Сульфат	в/в или п/о	Норма	0,09	0,11	0,18	0,31	0,62
^{34m}Cl, T=32 мин	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,014	0,029	0,047	0,075	0,15
^{36}Cl, T=301 тыс. лет	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,67	0,8	1,3	2,3	4,7
^{38}Cl, T=37,21 мин	Хлорид	в/в или п/о	Норма	0,01	0,02	0,03	0,04	0,09
^{42}K, T=12,36 ч		в/в	Норма	0,28	0,34	0,56	0,94	1,9
		п/о	Норма	0,34	0,41	0,67	1,1	2,4
^{43}K, T=22,6 ч		п/о	Норма	0,22	0,25	0,39	0,62	1,2
^{46}Sc, T=83,83 сут.	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	1,6	1,5	3,2	5,0	8,9
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	1,7	2,0	3,3	5,0	9,1
^{47}Sc, T=3,351 сут.	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,74	0,96	1,7	2,8	5,6
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,76	0,99	1,7	2,9	5,7

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{45}Ca, T=163 сут.		в/в	Норма	3,1	4,1	7,1	13	28
		п/о	Норма	1,8	2,5	4,2	7,7	16
^{47}Ca, T=4,53 сут.		в/в	Норма	1,2	1,5	2,5	4,2	9,4
		п/о	Норма	1,8	2,6	4,4	7,3	15
^{51}Cr, T=27,70 сут.	Хлорид	в/в	Норма	0,068	0,086	0,13	0,19	0,34
	EDTA	в/в	Норма	0,002	0,0026	0,0034	0,0039	0,0071
	EDTA	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч	0,0018	0,0023	0,003	0,0036	0,064
^{51}Cr, T=27,70 сут.	EDTA	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч	0,0017	0,0021	0,0029	0,0035	0,0063
	EDTA	п/о	Норма	0,04	0,06	0,1	0,16	0,3
	Тромбоциты	в/в	Норма	0,14	0,2	0,31	0,48	0,87
	Эритроциты	в/в	Норма	0,17	0,22	0,34	0,52	0,98
	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,18	0,24	0,37	0,58	1.0
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,12	0,18	0,27	0,42	0,82
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,04	0,06	0,1	0,15	0,29
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,05	0,06	0,12	0,18	0,35
^{52}Fe, T=8,275 ч		в/в	Норма	1,1	1,2	2,1	3,7	7,7
		п/о	Норма	0,71	1,03	1,7	2,7	5,4
^{55}Fe, T=2,7 лет		в/в	Норма	4,0	5,4	8,8	9,7	19
		п/о	Норма	0,42	0,58	0,93	1,6	3,3

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{59}Fe, T=44,53 сут.		в/в	Норма	10	12	18	28	52
		п/о	Норма	2,0	2,5	4,0	6,2	11
^{57}Co, T=270,9 сут.	Блеомицин		Норма	0,047	0,06	0,084	0,13	0,23
	Витамин B12	в/в (без носителя)	Норма	4,4	5,5	8,3	12	21
	Витамин B12	в/в (с носителем)	Норма	0,46	0,58	0,87	1,3	2,3
	Витамин B12	п/о (без промывания)	Норма	3,1	4,0	6,0	8,5	15
	Витамин B12	п/о (с промыванием)	Норма	2,1	2,6	3,9	5,6	8,2
^{58}Co, T=70,8 сут.	Витамин B12	в/в (без носителя)	Норма	8,2	9,7	15	22	36
^{58}Co, T=70,8 сут.	Витамин B12	в/в (с носителем)	Норма	0,89	1,1	1,6	2,3	4,0
	Витамин B12	п/о (без промывания)	Норма	5,9	7,3	11	16	28
	Витамин B12	п/о (с промыванием)	Норма	4,0	4,9	7,3	11	18
^{64}Cu, T=12,701 ч		в/в	Норма	0,036	0,045	0,068	0,1	0,19
^{67}Cu, T=61,86 ч		в/в	Норма	0,15	0,18	0,28	0,42	0,82
^{62}Zn, T=9,26 ч		в/в	Норма	0,35	0,47	0,71	1,1	2,2
^{65}Zn, T=243,9 сут.		в/в	Норма	8,4	9,9	14	28	37
^{69m}Zn, T=13,76 ч		в/в	Норма	0,14	0,17	0,26	0,41	0,8
^{66}Ga, T=9,4 ч	Цитрат	в/в	Норма	0,32	0,4	0,66	1,1	2,2
^{67}Ga, T=78,26 ч	Цитрат	в/в	Норма	0,1	0,13	0,2	0,33	0,64

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{66}Ga, T=68 мин	Цитрат	в/в	Норма	0,02	0,025	0,042	0,07	0,14
	EDTA	в/в	Норма	0,04	0,052	0,075	0,095	0,18
^{71}Ga, T=14,1 ч	Цитрат	в/в	Норма	0,34	0,43	0,68	1,1	2,0
^{72}As, T=26 ч	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,36	0,44	0,69	1,0	2,0
^{74}As, T=17,76 сут.	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,51	0,62	0,97	1,4	2,8
^{76}As, T=26,32 ч	Арсенат, арсенит	в/в	Норма	0,28	0,34	0,54	0,86	1,7
^{75}Se, T=119,8 сут.	Селенит	в/в	Норма	2,6	3,3	5,1	7,1	12
	Селенметилхолестерол	в/в	Норма	1,5	1,9	2,7	4,0	6,8
	Селенметионин	в/в	Норма	2,5	3,2	5,4	7,8	12
	Желчная кислота	в/в	Норма	0,69	0,82	1,1	1,8	3,9
	Аминокислоты[2], общая дозиметрическая модель	в/в	Норма	2,2	2,9	5,3	7,6	13
^{76}Br, T=16,2 ч	Бромид	в/в	Норма	0,28	0,33	0,51	0,8	0,5
^{77}Br, T=56 ч	Бромид	в/в	Норма	0,077	0,09	0,13	0,2	0,35
	Бромспиперон	в/в	Норма	0,085	0,11	0,16	0,23	0,41
^{82}Br, T=35,3 ч	Бромид	в/в	Норма	0,4	0,46	0,68	1,0	1,8
^{81m}Kr, T=13 с	Криптон	в/в	Норма	2,7E-05	4,0E-05	5,7E-05	8,8E-05	1,7E-04
^{81}Rb, T=4,58 ч	Рубидий	в/в	Норма	0,028	0,033	0,051	0,1	0,2
	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,14	0,2	0,3	0,47	0,88

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{82}Rb, Т=1,3 мин	Рубидий	в/в	Норма	0,0034	0,0047	0,0071	0,013	0,023
^{84}Rb, Т=32,77 сут.		в/в	Норма	2,8	3,4	5,1	8,6	16
^{86}Rb, Т=18,66 сут.		в/в	Норма	3,0	3,7	5,9	11	22
^{87m}Sr, Т=2,805 ч		в/в	Норма	0,0064	0,0077	0,012	0,025	0,039
^{85}Sr, Т=64,84 сут.		в/в	Норма	0,79	0,93	1,4	2,1	4,0
^{89}Sr, Т=50,5 сут.		в/в	Норма	3,1	4,0	7,0	13	27
^{99m}Tc, Т=6,02 ч	Альбумин	в/в	Норма	0,0061	0,0075	0,012	0,018	0,032
	Апцитид	в/в	Норма	0,0047	0,006	0,0091	0,014	0,025
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	ингаляция	Норма	0,0061	0,0079	0,011	0,017	0,031
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	ингаляция	Норма	0,014	0,02	0,029	0,043	0,079
	Гепарин	в/в	Норма	0,0055	0,007	0,011	0,016	0,029
	Глюконат, глюкогептонат	в/в	Норма	0,0054	0,0066	0,0096	0,014	0,025
	Денатурированные эритроциты	в/в	Норма	0,0019	0,0026	0,0039	0,006	0,01
	Иммуноглобулин человека	в/в	Норма	0,007	0,0094	0,021	0,029	0,047
	Коллоид крупнодисперсный (технефит)	в/в	Норма	0,0094	0,012	0,018	0,028	0,05
	Коллоид крупнодисперсный (технефит)	в/в	Ранняя -средняя стадия дифф. паренх. поражения печени	0,014	–	–	–	–

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Коллоид крупнодисперсный (технефит)	в/в	Средняя - развитая стадия дифф. паренх. поражения печени	0,017	–	–	–	–
	Коллоид мелкодисперсный	Внутриопухолевое	Удаление через 18 ч	0,002	0,0022	–	–	–
	Коллоид мелкодисперсный	Внутриопухолевое	Удаление через 4 ч	0,0012	0,0014	–	–	–
	Коллоид мелкодисперсный	в/в	Норма	0,0097	0,013	0,02	0,03	0,053
	Коллоид мелкодисперсный	в/в	Ранняя - средняя стадия дифф. паренх. поражения печени	0,015	–	–	–	–
	Коллоид мелкодисперсный	в/в	Средняя - развитая стадия дифф. паренх. поражения печени	0,018	–	–	–	–
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,011	0,014	0,022	0,034	0,062
	Макротех (макроагрегат альбумина, МАА)	в/в	Норма	0,011	0,016	0,023	0,034	0,063
	Микросферы альбумина	в/в	Норма	0,01	0,015	0,02	0,03	0,056
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,0098	0,012	0,019	0,03	0,054
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,0097	0,012	0,018	0,029	0,052
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,011	0,014	0,02	0,032	0,059
	Неусваиваемые маркеры (жидкости)	п/о	Норма	0,019	0,025	0,039	0,062	0,11

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Неусваиваемые маркеры (твердотельные)	п/о	Норма	0,024	0,031	0,048	0,076	0,14
	Микросферы альбумина	в/в	Норма	0,01	0,015	0,02	0,03	0,056
	Пентатех (DTPA)	в/в	Нормальная функция почек	0,0049	0,0062	0,0082	0,009	0,016
	Пентатех (DTPA)	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч после введения	0,0041	0,0053	0,007	0,0079	0,014
	Пентатех (DTPA)	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч после введения	0,0038	0,0048	0,0065	0,0077	0,014
	Пеницилламин	в/в	Норма	0,0073	0,009	0,013	0,019	0,033
	Пертехнегаз	ингаляция	Норма	0,012	0,016	0,023	0,037	0,071
	Пертехнетат	в/в	Норма	0,013	0,017	0,026	0,042	0,079
	Пертехнетат	в/в	С блокир. агентом	0,0042	0,0054	0,0077	0,011	0,019
	Пертехнетат	п/о	Без блокир. агента	0,014	0,018	0,027	0,043	0,078
	Плазмин	в/в	Норма	0,0073	0,01	0,015	0,023	0,04
	Производные IDA (бромезид)	в/в	Норма	0,017	0,021	0,029	0,045	0,1
	Теоксим (церетек, HM-PAO)	в/в	Норма	0,0093	0,011	0,017	0,027	0,049
	Тетрофосмин	в/в	Норма	0,0069	0,0088	0,013	0,021	0,039
	Технегаз	ингаляция	Норма	0,015	0,022	0,031	0,047	0,087
	Технемаг (MAG3)	в/в	Нормальная функция почек	0,007	0,009	0,012	0,014	0,022
	Технемаг (MAG3)	в/в	Аномальная функция почек	0,0061	0,0078	0,01	0,011	0,019

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Технемаг (MAG3)	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч после введения	0,0017	0,0021	0,0029	3,9 Е-3	0,0068
	Технемаг (MAG3)	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч после введения	0,0025	0,0031	0,0045	0,0064	0,0066
	Технемек (карбомек, DMSA)	в/в	Норма	0,0088	0,011	0,015	0,021	0,037
	Технетрил MIBI	в/в	В состоянии покоя	0,009	0,012	0,018	0,028	0,053
	Технетрил MIBI	в/в	При физической нагрузке	0,0079	0,01	0,016	0,023	0,045
	Фибриноген	в/в	Норма	0,0062	0,0076	0,011	0,018	0,033
	Фосфаты и фосфонаты (пирфотех, фосфотех, резоскан, технефор)	в/в	Норма	0,0057	0,007	0,011	0,014	0,027
	Фьюрифосмин	в/в	В состоянии покоя	0,01	0,013	0,018	0,03	0,057
	Фьюрифосмин (furifosmin)	в/в	При физической нагрузке	0,0089	0,011	0,016	0,027	0,051
	Цитратный комплекс	Интралюмбально	Норма	0,0061	0,0073	0,011	0,016	0,029
	Эритроциты	в/в	Норма	0,007	0,0089	0,014	0,021	0,039
	Этилендицистеин (EC)	в/в	Норма	0,0063	0,008	0,012	0,015	0,018
	Этилендицистеин (EC)	в/в	Аномальная функция почек	0,0046	0,0059	0,0088	0,012	0,018
	Этилендицистеин (EC)	в/в	Острая почечная односторонняя блокада	0,0099	0,012	0,018	0,024	0,037
	Этил цистеинат димер (ECD, Невролит)	в/в	Норма	0,0077	0,0099	0,015	0,022	0,04

Продолжение приложе. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{111}In, T=2,83 сут.	Ионная форма			0,21	0,27	0,4	0,61	1,1
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,22	0,27	0,41	0,64	1,2
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,2	0,24	0,36	0,55	1,0
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,2	0,24	0,35	0,54	1,0
	Октреотид (пентатреотид)	в/в	Норма	0,054	0,071	0,11	0,16	0,26
	DTPA	в/в	Нормальная функция почек	0,021	0,026	0,036	0,056	0,1
	DTPA	в/в	Аномальная функция почек	0,04	0,05	0,074	0,11	0,19
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,025	0,032	0,047	0,071	0,12
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,24	0,32	0,46	0,7	1,2
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о введение	Норма	0,31	0,38	0,62	0,96	1,8
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о введение	Норма	0,32	0,39	0,63	0,97	1,8
	Тромбоциты	в/в	Норма	0,39	0,52	0,78	1,2	2,1
	Лейкоциты	в/в	Норма	0,36	0,48	0,78	1,1	2,0
	Блеомицин	в/в	Норма	0,1	0,12	0,18	0,27	0,48
	Иммуноглобулин человека	в/в	Норма	0,17	0,22	0,41	0,58	0,99

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{113m}In, T=1,658 ч	Ионная форма	в/в	Норма	0,01	0,013	0,022	0,035	0,071
	Гидроксид коллоидный	в/в	Норма	0,011	0,015	0,023	0,037	0,071
	DTPA	в/в	Нормальная функция почек	0,011	0,014	0,021	0,033	0,062
	DTPA	в/в	Аномальная функция почек	0,005	0,006	0,009	0,016	0,029
	Аэрозоли с быстрым клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,016	0,022	0,032	0,05	0,098
	Аэрозоли с медленным клиренсом из легких	Ингаляция	Норма	0,025	0,037	0,053	0,082	0,16
	Меченые неусваиваемые маркеры (жидкости)	п/о	Норма	0,02	0,025	0,042	0,068	0,13
	Меченые неусваиваемые маркеры (твердотельные)	п/о	Норма	0,029	0,036	0,057	0,088	0,16
^{123}I, T=13,2 ч	Жирные кислоты	в/в	Норма	0,016	0,02	0,031	0,047	0,087
	Индикаторы мозговых рецепторов, общая модель	в/в	Норма	0,05	0,061	0,096	0,15	0,32
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,026	0,033	0,051	0,08	0,15
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,019	0,023	0,035	0,054	0,099
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,017	0,021	0,031	0,046	0,078
	Иодид натрия	п/о	Блокада[4)] щитовидной железы	0,019	0,025	0,038	0,067	0,13

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Иодид натрия	п/о	Поглощение в щит., железе 35 %	0,15	0,23	0,35	0,74	1,4
	Йодоамфетамин	в/в	Норма	0,027	0,036	0,052	0,079	0,14
	Фибриноген	в/в	Норма	0,02	0,024	0,039	0,062	0,12
	Альбумин	в/в	Норма	0,02	0,025	0,038	0,062	0,12
	Микроагрегаты альбумина	в/в	Норма	0,018	0,023	0,035	0,054	0,098
	Гиппуран	в/в	Норма	0,012	0,015	0,019	0,019	0,034
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч после введения	0,0059	0,0076	0,0099	0,011	0,019
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1 ч после введения	0,0046	0,0059	0,0083	0,011	0,019
	MIBG	в/в	Норма	0,013	0,017	0,026	0,037	0,068
	Бенгальская роза	в/в	Норма	0,059	0,073	0,12	0,19	0,36
^{124}I, T=4,18 сут.	Йодид натрия	п/о	Блокада[4] щитовидной железы	0,38	0,57	0,87	1,8	3,4
	Йодид натрия	п/о	Поглощение в щит. железе 35 %	15	23	35	76	140
^{125}I, T=60,14 сут.	Йодид натрия	п/о	Блокада[4] щитовидной железы	0,30	0,46	0,69	1,5	2,8
	Йодид натрия	п/о	Поглощение в щитовид. железе 35 %	14	14	19	36	56
	Фибриноген	в/в	Норма	0,08	0,1	0,16	0,26	0,51
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	0,17	0,22	0,37	0,61	1,1

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	0,17	0,21	0,36	0,6	1,2
	Альбумин	в/в	Норма	0,22	0,26	0,44	0,71	1,4
	Гиппуран	в/в	Норма	0,0077	0,01	0,015	0	0,046
	Иоталамат	в/в	Норма	0,0072	0,0089	0,014	0,022	0,042
	Поливинилпирролидон (PVP)	в/в	Норма	0,65	0,81	1,2	1,9	3,6
	Йодоантипирин	в/в	Норма	0,01	0,012	0,02	0,032	0,062
	Тироксин (Т4)	в/в	Норма	0,1	0,12	0,19	0,32	0,63
	Трийодотиронин (Т3)	в/в	Норма	0,047	0,059	0,096	0,16	0,32
	Дийодотиронин	в/в	Норма	0,036	0,045	0,076	0,12	0,24
^{131}I, Т=8,04 сут.	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Целые антитела	0,42	0,55	0,86	1,4	2,7
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител I	0,14	0,18	0,28	0,42	0,76
	Моноклональные антитела к опухолям	в/в	Фрагменты метаболизма антител II	0,11	0,14	0,21	0,31	0,53
	Йодид натрия	п/о	Блокада[4] щитовидной железы	0,52	0,81	1,2	2,7	5,3
	Йодид натрия	п/о	Поглощение в щит., железе 35 %	24	56	46	36	140
	Фибриноген	в/в	Норма	0,42	0,52	0,83	1,4	2,7
	Альбумин	в/в	Норма	0,64	0,82	1,3	2,1	4
	Макроагрегат альбумина (МАА)	в/в	Норма	0,45	0,63	0,9	1,4	2,8
	Неусваиваемые маркеры (жидкие)	п/о	Норма	1,2	1,4	2,6	4,1	8,1

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Неусваиваемые маркеры (твердые)	п/о	Норма	1,2	1,5	2,5	4,2	8,2
	Микроагрегат альбумина	в/в	Норма	0,22	0,29	0,45	0,71	1,3
	Гиппуран	в/в	Норма	0,052	0,067	0,086	0,083	0,16
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 0,5 ч после введения	0,026	0,034	0,045	0,047	0,09
	Гиппуран	в/в	Мочевой пузырь опорожнен через 1ч после введения	0,02	0,026	0,036	0,047	0,089
	Йодометилнорхолестерол (NP 59)	в/в	Норма	1,8	2,9	4,4	9,6	18
	Поливинилпирролидон (PVP)	в/в	Норма	0,6	0,74	1,1	1,7	3,1
	Тироксин (Т4)	в/в	Норма	0,44	0,52	0,85	1,4	2,6
	Трийодотиронин (Т3)	в/в	Норма	0,3	0,37	0,6	0,97	1,9
	Дийодотиронин	в/в	Норма	0,25	0,31	0,5	0,82	1,6
	MIBG	в/в	Норма	0,14	0,18	0,28	0,43	0,77
	Бенгальская роза	в/в	Норма	1,1	1,3	2,3	3,9	7,6
^{127}Xe, T=36,41 сут.	Газ	Однократный вдох или в/в введение при задержке дыхания 30 с	Норма	0,00013	0,00017	0,00025	0,00038	0,0007
	Газ	Возвратное дыхание 5 мин	Норма	0,00071	0,00087	0,0013	0,002	0,0037
	Газ	Возвратное дыхание 10 мин	Норма	0,0011	0,0014	0,002	0,0032	0,0058

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
^{133}Xe, T=5,245 сут.	Газ	Однократный вдох или в/в введение при задержке дыхания 30 с	Норма	0,00018	0,00023	0,00036	0,00061	0,0012
	Газ	Возвратное дыхание 5 мин	Норма	0,00073	0,00091	0,0015	0,0025	0,0049
	Газ	Возвратное дыхание 10 мин	Норма	0,0011	0,0013	0,0021	0,0035	0,0071
^{129}Cs, T=32,06 ч		в/в	Норма	0,049	0,056	0,084	0,12	0,23
^{130}Cs, T=29,9 мин		в/в	Норма	0,0034	0,0037	0,0055	0,0084	0,016
^{131}Cs, T=9,69 сут.		в/в	Норма	0,05	0,055	0,08	0,12	0,21
^{134m}Cs, T=2,9 ч		в/в	Норма	0,0067	0,0064	0,0087	0,011	0,02
^{131}Ba, T=11,8 сут.		в/в	Норма	0,5	0,7	1,1	1,8	3,4
	Неусваиваемые маркёры (твёрдые)	п/о	Норма	0,51	0,74	1,2	1,9	3,5
	Неусваиваемые маркёры (жидкие)	п/о	Норма	0,49	0,72	1,2	1,8	3,4
^{133m}Ba, T=38,9 ч		в/в	Норма	0,47	0,73	1,3	2,2	4,4
^{135m}Ba, T=28,7 ч		в/в	Норма	0,34	0,42	0,73	1,2	2,5
^{140}La, T==40,272 ч	DTPA	в/в	Норма	0,15	0,18	0,28	0,42	0,78

Продолжение прилож. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	DTPA	в/в	Аномальная функция почек	0,31	0,36	0,55	0,86	1,6
^{169}Yb, T=32,1 сут.	DTPA	в/в	Норма	0,036	0,045	0,07	0,11	0,2
	DTPA	в/в	Аномальная функция почек	0,072	0,086	0,13	0,21	0,4
^{198}Au, T=2,696 сут.	Коллоид	в/в	Норма	1,1	1,6	2,4	3,9	7,3
	Коллоид	в/в	Ранняя - средняя стадия дифф. паренх. поражения печени	1,7	–	–	–	–
	Коллоид	в/в	Средняя - развитая стадия дифф. паренх. поражения печени	2,1	–	–	–	–
^{197}Hg, T=62,4 ч	Хлорид	в/в	Норма	0,14	0,17	0,23	0,38	0,39
	ВМНР	в/в	Норма	0,14	0,18	0,27	0,4	0,5
	Хлормеродрин	в/в	Норма	0,087	0,11	0,16	0,25	0,47
^{203}Hg, T=46,6 сут.	Хлормеродрин	в/в	Норма	1,1	1,4	2,1	3,2	5,7
^{201}Tl, T=3,05 сут.	Ионная форма	в/в	Норма	0,14	0,2	0,56	0,79	1,3

Примечания:

1) в/в – внутривенное введение; п/о – пероральное введение;

2) аминокислоты, такие как: тирозин, α-метилтирозин, фенилаланин, триптофан, пролин, трансфторпролин и др., если дозовые коэффициенты не представлены для них отдельно;

3) вещества, используемые для визуализации рецепторов мозга, таких как рецепторов ацетилхолинэстеразы (холин), бензодиазепина (флюмазенил, этилфлюмазенил), допамина (DOPA), переносчика (транспортёра) допамина (18-FECNT), серотонина холин, раклоприод, спипероне, флюмазенил и др.;

4) полная блокада щитовидной железы практически не достигается, поэтому дозовые коэффициенты для состояния «блокада щитовидной железы» представлены для 1 % поглощения йодида в железе. Эти же значения используют для оценки дозы у пациентов с удаленной щитовидной железой

Приложение 2
(рекомендуемое)

Индивидуальный лист
учета доз медицинского облучения

Дата обследования	№ истории болезни	
Ф., И., О. пациента		
Дата рождения	Возраст, лет	Масса тела, кг
Наименование исследования		
Радиофармпрепарат	Введенная активность, МБк	
Диагностический аппарат		
Эффективная доза (ЭД), мЗв		
ЭД за исследование:	ЭД за предыдущие исследования в текущем году:	Суммарная ЭД за год:
Организация, проводящая исследование		
Ф., И., О. врача-радиолога		
Организация, направляющая на исследование		
Ф.,И.,О. направившего врача		

Приложение 3
(справочное)

Термины и определения

Активность (A) – мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = dN / dt, \text{ где}$$

dN – ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени dt. Единицей активности является беккерель (Бк). Использовавшаяся ранее внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет $3,7 \times 10^{10}$ Бк.

Доза поглощенная (D) – фундаментальная дозиметрическая величина D, выражаемая формулой:

$$D = d\bar{e} / dm, \text{ где}$$

$d\bar{e}$ – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме;
dm – масса вещества в этом объеме.

Энергия может быть усреднена по любому определенному объему, и в этом случае средняя доза будет равна отношению полной энергии излучения, переданной объему, к массе этого объема. В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм (Дж × $кг^{-1}$), и имеет специальное название – грей (Гр). Использовавшаяся ранее внесистемная единица рад равна 0,01 Гр.

Доза в органе или ткани (D_T) – средняя поглощенная доза в определенном органе или ткани человеческого тела:

$$D_T = \cdot\int D \cdot dm / m_T, \text{ где}$$

m_T – масса органа или ткани,
D – поглощенная доза в элементе массы dm.

Доза эквивалентная ($H_{T,R}$) – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, W_R:

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R}, \text{ где}$$

$D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза в органе или ткани T,
W_R – взвешивающий коэффициент для излучения R.

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения R:

$$H_T = \sum H_{T,R}$$

Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

Доза эффективная (E) – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты:

$$E_T = \sum W_T \cdot H_T \text{, где}$$

H_T – эквивалентная доза в органе или ткани T;
W_T – взвешивающий коэффициент для органа или ткани T.

Единица эффективной дозы – зиверт (Зв).

Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (W_R) – используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов:

Фотоны любых энергий	1
Электроны и мюоны любых энергий	1
Нейтроны с энергией менее 10 кэВ	5
от 10 до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 до 20 МэВ	10
более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

Примечание. Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения – испускаемому при ядерном превращении.

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы (W_T) – множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей к возникновению стохастических эффектов радиации:

Гонады	0,20
Костный мозг (красный)	0,12
Толстый кишечник	0,12

Легкие	0,12
Желудок	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Грудная железа	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Клетки костных поверхностей	0,01
Остальное	0,05

Примечание. При расчетах учитывать, что «Остальное» включает надпочечники, головной мозг, экстраторокальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую наибольшую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики «Остальное» приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

Облучение медицинское — облучение ионизирующим излучением, которому подвергаются: а) пациенты при прохождении ими диагностических или терапевтических медицинских процедур; б) лица (за исключением медицинского персонала), которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами в больнице или дома; в) лица, проходящие медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур; г) лица, участвующие в медицинских профилактических обследованиях и медико-биологических исследованиях.

Оптимизация — принцип радиационной защиты, состоящий в том, чтобы число облученных лиц и величины индивидуальных доз удерживались на столь низком уровне, насколько это разумно достижимо с учетом экономических и социальных факторов. Применительно к лучевой диагностике это означает управление дозой у пациента так, чтобы качественная диагностическая информация была получена при наименьшем облучении пациента с учетом его физического состояния и технических возможностей используемой аппаратуры.

Риск радиационный — вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.

Референтный диагностический уровень (РДУ) в радионуклидной диагностике — установленное значение стандартной активно-

сти радиофармацевтического препарата, вводимой пациенту при проведении типовых процедур радионуклидной диагностики с данным препаратом в регионе или стране. Значение РДУ обычно устанавливают равным 75 %-му квантилю распределения активности РФП при проведении данной процедуры в различных ЛПО региона или страны. Установленные РДУ используют для оценки того, не является ли средний уровень облучения пациентов в данной медицинской организации нетипично большим или малым для рассматриваемой процедуры.

Условный человек — идеализированная модель человека европеоидной расы с референтными анатомическими и физиологическими характеристиками, определенными Международной Комиссией по радиологической защите для целей радиационной защиты у восьми возрастно-половых групп: новорождённого; годовалого младенца; пятилетнего ребенка; десятилетнего ребенка; пятнадцатилетних подростков мужского и женского пола; взрослых мужчины и женщины. При вычислении эффективной дозы для условного человека используются усредненные значения эквивалентных доз в органах/тканях для мужского и женского организма одного возраста и средние значения взвешивающих коэффициентов для этих органов/тканей без учета половых и возрастных различий.

Приложение 4
(справочное)

Нормативные ссылки

1. СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

2. СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».

3. МУ 2.6.1.1892—04 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов».

Приложение 5
(справочное)

Библиография

1. ICRP (1987) Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 53. Annals of the ICRP 18(1-4) Elsevier Science Ltd, Oxford.

2. ICRP (1998) Radiation Doses to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 80. Annals of the ICRP. Elsevier Science Ltd, Oxford.

3. ICRP (2007) Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. ICRP Publication 106. Annals of the ICRP. Elsevier Science Ltd, Oxford.

4. МКРЗ (2007). Радиационная защита в медицине. Публикация 105 МКРЗ. Перевод на русский язык, 2011. gost.e-ecolog.ru Publications.htm#7.

5. Публикация 103 МКРЗ. Пер с англ. /Под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009.

6. Основные анатомические и физиологические данные для использования в радиационной безопасности. Публикация МКРЗ 89. М.: «Медицина», 2007, 318 с.

gost.e-ecolog.ru