

ГЛОССАРИЙ ПО ВОПРОСАМ МЕДИЦИНСКОЙ РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ. ТЕРМИНОЛОГИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ В ОБЛАСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ КОНТАКТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ЗАКРЫТЫМИ РАДИОНУКЛИДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

С.М. Ватницкий¹, М.А. Кузнецов²

¹ Центр ионной терапии МедАустрон, Винер Нойштадт, Австрия

² Отделение медицинской физики и радиационной безопасности, Клиника “Хадасса Медикал”, Москва

Медицинская радиационная физика решает комплекс задач, связанных с обеспечением лечебно-диагностического процесса, основанного на использовании ионизирующих излучений в лучевой терапии, ядерной медицине, лучевой диагностике и радиационной безопасности пациентов и персонала. Однако успешная реализация этого процесса требует тесного взаимодействия специалистов во всех указанных выше областях медицинской радиационной физики. Основой такого взаимодействия является единство и унификация терминологии и понятий используемых на различных этапах лечебно-диагностического процесса. В настоящей работе представлен Глоссарий терминов и понятий применительно к планированию и контролю контактного облучения закрытыми радионуклидными источниками, который содержит наиболее часто используемые термины а также разъяснения для каждого из них. Глоссарий предназначен для использования как в профессиональном образовании, в том числе и последипломном, так и для медицинских физиков и радиационных онкологов, работающих в радиологических медицинских организациях.

Ключевые слова: *медицинская радиационная физика, контактная лучевая терапия, дозиметрия, дозиметрическое планирование, терминология*

DOI: 10.52775/1810-200X-2023-100-4-96-103

Введение

Медицинская радиационная физика решает комплекс задач, связанных с обеспечением лечебно-диагностического процесса, основанного на использовании ионизирующих излучений в лучевой терапии, ядерной медицине, лучевой диагностике и радиационной безопасности пациентов и персонала. Однако успеш-

ная реализация этого процесса требует тесного взаимодействия специалистов во всех указанных выше областях медицинской радиационной физики. Основой такого взаимодействия является единство и унификация терминологии и понятий используемых на различных этапах лечебно-диагностического процесса. В введении к предыдущей статье (Ватницкий С.М. “Глоссарий по вопросам медицинской ра-

диационной физики. Терминология, используемая в области лучевой терапии пучками протонов и легких ионов”, Мед. физика. 2022; (3): 71-85) мы обосновали необходимость разработки развернутого Глоссария по отдельным составляющим медицинской радиационной физики для профессионалов. В качестве первого шага в этом направлении предложено унифицировать терминологию и создать Глоссарий для наиболее обширного раздела медицинской радиационной физики, которая обеспечивает лечебные технологии – радиационной онкологической физике или физике лучевой терапии. При разработке и введении в практику средств и методов лучевой терапии чрезвычайно важно, чтобы использование научных и технических понятий было ясным и точным. Главная цель Глоссария заключается в том, чтобы унифицировать терминологию и ее употребление в практике радиационной физики лучевой терапии. Глоссарий служит следующим целям:

- а) разъяснять значения незнакомых читателю технических терминов;
- б) рекомендовать термины, которые следует использовать в практике лучевой терапии, в учебниках и пособиях, издаваемых на русском языке, (а также термины, которые не рекомендуется использовать), и определения, которыми их следует снабжать;

Глоссарий составлен в соответствии с целью операций, выполняемых в рамках технологического процесса подготовки и проведения лучевой терапии, и основное внимание уделено высоким технологиям:

- ✓ виды лучевой терапии и радиационно-терапевтические аппараты
- ✓ дозиметрическое сопровождение лучевой терапии
- ✓ планирование и контроль дистанционной лучевой терапии
- ✓ планирование и контроль контактного облучения закрытыми радионуклидными источниками
- ✓ гарантия качества лучевой терапии
- ✓ практическое обеспечение лучевой терапии пучками протонов и лёгких ионов.

Такой подход отличается от традиционно построения глоссариев, когда термины и понятия представлены в алфавитном порядке независимо от разделов термилируемой области деятельности. Однако нам представляется более удобным, что при обращении к Глоссарию пользователь, интересующийся, например, термином в дозиметрическом планировании

дистанционной лучевой терапии, сможет при необходимости оперативно получить в этом разделе нужную дополнительную информацию о терминологии используемой в данной области медицинской радиационной физики лучевой терапии. Естественно, разделение терминов и понятий в соответствии с потоком операций, выполняемых в рамках технологического процесса подготовки и проведения лучевой терапии, может выглядеть спорным, однако оно базируется на многолетнем опыте работы автора в области медицинской радиационной физике лучевой терапии. В предыдущих работах (Ватницкий С.М. “Глоссарий по вопросам медицинской радиационной физики. Терминология, используемая в области технологического обеспечения лучевой терапии ” Мед. физика, 2022; (3): 86-105; Ватницкий С.М. “Глоссарий по вопросам медицинской радиационной физики. Терминология, используемая в области дозиметрического обеспечения лучевой терапии”. Мед. физика, 2023; (1): 65-81; Ватницкий С.М. “Глоссарий по вопросам медицинской радиационной физики – терминология, используемая в области дозиметрического планирования дистанционной лучевой терапии ” Мед. физика, 2023 (1): 82-95) были представлены термины и понятия, относящиеся к технологическому обеспечению лучевой терапии, дозиметрическому обеспечению и дозиметрическому планированию дистанционной лучевой терапии.

В настоящей работе представлен Глоссарий терминов применительно к следующему разделу – дозиметрическому обеспечению и планированию контактной лучевой терапии, который содержит наиболее часто используемые термины, а также разъяснения для каждого из них. С целью облегчения работы читателей журнала с англоязычными литературными источниками в данном разделе Глоссария, как и во всех предыдущих, термины размещены в соответствии с латинским (английским) алфавитом.

Терминология, используемая в области дозиметрического обеспечения и планирования контактной лучевой терапии

Afterloading – Дистанционная загрузка

Способ контактной лучевой терапии (КЛТ), когда аппликатор вводится в тело больно-

го и затем производится загрузка источников либо вручную, либо автоматически. При ручной загрузке радионуклидные источники загружаются вручную в аппликаторы или катетеры, которые были предварительно введены в опухоль. В конце лечения источники вынимаются также вручную. Следует отметить, что медицинский и вспомогательный персонал получает некоторую дозу облучения при загрузке и выемке источников из аппликаторов и катетеров. Для уменьшения лучевой нагрузки на персонал были разработаны компьютерно-управляемые системы для дистанционной загрузки источника в аппликаторы. Использование таких систем имеет ряд преимуществ по сравнению с ручными процедурами, важнейшими из которых являются увеличение пропускной способности, воспроизводимая процедура облучения и уменьшение облучения персонала.

Air kerma strength – Сила воздушной кермы

Индивидуальная характеристика закрытого радионуклидного источника, определяемая как значение мощности кермы в воздухе на некотором расстоянии от источника с учётом вклада от фотонов с энергиями, превышающими энергию больше заданного порогового значения, умноженное на квадрат этого расстояния. Единицы силы воздушной кермы – $\text{мкГр}\cdot\text{м}^2\cdot\text{ч}^{-1}$, однако доклад рабочей группы TG43 Американской ассоциации физиков в медицине (AAPM) рекомендует использовать сокращённое обозначение U , где $1 U = \text{сГр}\cdot\text{см}^2\cdot\text{ч}^{-1}$.

Apparent activity – Наблюдаемая активность

Поскольку в КЛТ используются закрытые радионуклидные источники, в которых происходят процессы самопоглощения и фильтрации излучения, то характеризовать активность источника как суммарную активность радионуклидного содержимого не имеет практического смысла. Вместо этого ранее использовалась величина “наблюдаемой активности” – по определению это активность такого “чистого” (т.е. неинкапсулированного) источника того же радионуклида, создающего такую же мощность дозы на том же расстоянии в воздухе, вдоль оси, перпендикулярной оси симметрии источника и проходящей через его центр, что и закрытый радионуклидный источник. В связи с неоднозначностью этого определения в настоя-

щее время от него рекомендовано отказаться и использовать вместо него величину опорной мощности кермы в воздухе.

Brachytherapy – Брахитерапия или контактная лучевая терапия

Брахитерапия то же самое, что и контактная лучевая терапия (термин более правильный, но менее распространённый) – это вид лучевой терапии, когда один или несколько закрытых радионуклидных источников размещают в непосредственном контакте с мишенью облучения (или вводят непосредственно внутрь мишени). По способу введения источника КЛТ подразделяется на внутритканевую, внутрисосудистую, интраоперационную и интраоперационную, но может применяться и интраоперационно. По способу применения КЛТ подразделяется на ручную (manual afterloading) и автоматизированную (remote afterloading), а по мощности дозы – на КЛТ с низкой мощностью дозы (LDR) (0,4–2 Гр/ч), средней мощностью дозы (MDR) (2–12 Гр/ч) и высокой мощностью дозы (HDR) (>12 Гр/ч). При расчете биологически эффективной дозы (BED) обычно не выделяют отдельно режим MDR, т.к. настоящее время такая методика практически не используется. В дополнение к системам LDR, MDR и HDR, была разработана система КЛТ с дистанционной загрузкой, в которой облучение постоянным низким уровнем мощности дозы (LDR) симулировалось серией “дозных импульсов” длительностью порядка 30 минут с интервалами без облучения порядка 1 часа. Такая техника облучения получила название КЛТ с импульсной мощностью дозы (PDR). Преимущества КЛТ по сравнению с дистанционной лучевой терапией состоит в подведении высокой дозы локально в мишень облучения и быстром спаде дозы за границами мишени облучения. Однако КЛТ применима лишь для хорошо локализованных опухолей сравнительно малого размера.

Brachytherapy dose calculation – Расчет дозы при контактной лучевой терапии

В настоящее время расчёт дозовых распределений (изодозовых кривых) в КЛТ основан исключительно на использовании компьютерных систем дозиметрического планирования (СДП). Основной метод расчёта дозовых распределений – алгоритм, описанный в докладе TG-43 AAPM. Согласно этому докладу, расчёт производится в бесконечной гомогенной среде

(воде) на основании набора функций с табулированными значениями для источника конкретного типа, полученными либо математическим моделированием, либо прямыми измерениями в воде. Существуют также методы расчета дозы, позволяющие учитывать реальную геометрию пациента с учетом гетерогенностей – т.н. Model-Based Dose Calculation (MBDCA) и метод Монте-Карло.

Brachytherapy quality assurance program – Программа гарантии качества КЛТ

Программа гарантии качества КЛТ направлена на обеспечение высокого качества всего технологического процесса. Наиболее ее важным аспектом является проведение периодических проверок источников и аппликаторов. Механическая целостность источника проверяется на регулярной основе путем визуальной инспекции, проверки утечки и измерения активности, а аппликаторы периодически подвергаются визуальной инспекции и радиографическому контролю. Точность позиционирования источника аппаратом дистанционного введения в катетере в заданном положении должна находиться на миллиметровом уровне, что определяется методом автордиографии, при этом часто используют комбинацию различных радиографических маркеров и рентгеновское изображение. Программа гарантии качества также включает письменные процедуры для назначения, отчетности и документирования каждого сеанса облучения и любых отклонений от предписанного плана лечения. Так как основными причинами дозиметрических ошибок, совершаемых при проведении КЛТ, являются либо неправильная калибровка источников, либо путаница с дозиметрическими величинами и их единицами в алгоритмах расчета дозы, то проверке правильности использования входных и выходных величин и их единиц в программном обеспечении расчета дозы и определению силы источника (активности) уделяется особое внимание. Важную роль также играет контроль уровня облучения вблизи больных. После введения в тело больного постоянных имплантатов с радионуклидными источниками необходимо провести контроль уровня облучения вокруг тела самого больного и в помещении, где он (она) находится. Перед выпиской больного из больницы сам больной и помещение, где он находился, должны быть подвергнуты радиационному контролю. Больные с постоянными имплантатами при выпис-

ке из стационара должны быть проинструктированы о соблюдении дистанции при общении с детьми и беременными женщинами в течение определенного периода времени.

Brachytherapy quality management program – Программа управления качеством КЛТ

Все отделения, проводящие КЛТ, должны разработать и внедрить программу управления качеством. Цели этой программы должны соответствовать реализации лечения, отвечающего современным стандартам лучевой терапии. Основные элементы программы управления качеством в КЛТ включают подготовку врачом до начала лечения письменно заверенного плана лечения, четкую идентификацию больного, документацию лечения и соответствующих расчетов дозы, соответствие лечения письменно заверенному плану, а также своевременное обнаружение, оценку и принятие мер в случае любого отклонения от предписаний и планирования КЛТ. Кроме того, рекомендуется также выполнять перекрестную проверку на критических с точки зрения влияния на итоговый результат лечения этапах процедуры.

Brachytherapy sources – Источники для КЛТ

За всю историю КЛТ в качестве закрытых источников использовалось около десятка радиоактивных нуклидов. Наиболее распространенные в последнее время источники – это ^{60}Co , ^{192}Ir , ^{125}I , ^{131}Cs и ^{103}Pd , менее часто применяемые источники – ^{137}Cs , ^{106}Ru и ^{252}Cf . Использование ^{226}Ra и ^{222}Rn было прекращено из соображений радиационной безопасности. В настоящее время фотонные источники для КЛТ изготавливаются в виде капсул, которые представляют собой радионуклидное содержимое и в ряде случаев рентгеноконтрастный маркер в оболочке из титана. Другие типы источников для КЛТ (трубки, стержни, проволока и т.д.) в настоящее время практически не применяются.

Dose rate constant – Константа мощности дозы

Константа мощности дозы как основная характеристика источника определяется как мощность дозы в воде на расстоянии 1 см вдоль поперечной оси источника (опорная точка) на единицу силы воздушной кермы. Постоянная мощность дозы позволяет учитывать эффекты геометрии источника, пространственное рас-

пределение радионуклидного содержимого в капсуле, самофильтрацию излучения источника, а также рассеяние излучения в воде, окружающей источник.

Electronic radiation source brachytherapy – Контактная лучевая терапия с генерирующим источником излучения (“электронная” контактная лучевая терапия)

Метод КЛТ с миниатюрным источником рентгеновского излучения (50 кВ), который позиционируется в аппликаторе путем дистанционной загрузки. К преимуществам метода можно причислить более выраженный спад дозы, позволяющий лучше защитить критические органы, а также меньшие требования с точки зрения обеспечения радиационной безопасности. Относительным недостатком является больший объем, заключенный внутри большой изодозовой поверхности (например, 200 % от предписанной дозы) по сравнению с дозовым распределением, создаваемым радионуклидными источниками.

Eye plaques – Глазные пластинки-муляжи

Глазная пластинка-муляж с радиоактивными источниками накладывается на поверхность глаза поверх основания опухоли. Действие излучения с соответствующей дозой направлено только на элиминацию опухолевых клеток и не приводит к анатомическим или функциональным повреждениям здоровых тканей глаза. Наиболее часто используют капсулы с ^{125}I и активностью порядка 1 мКи, при этом количество капсул в пластинке составляет от 7 до 24 при диаметрах муляжей от 12 до 20 мм. Типичная мощность дозы составляет около 1 Гр/ч, а назначенная доза достигает уровня 100 Гр. В менее применяемом методе КЛТ используют источники, испускающие бета-излучение, например $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

Gynecological intracavitary applicators – Гинекологические внутрисполостные аппликаторы

Гинекологические внутрисполостные аппликаторы используются для облучения опухолей, которые локализованы в шейке матки и влагалище. Наиболее распространенными аппликаторами для лечения рака шейки матки является система Флетчер-Сьют (Fletcher-Suit-Delcos), состоящая из кольпостата и овоидов, а

также т.н. tandem and ring – система из кольпостата и кольцевого аппликатора. Дозовое распределение, создаваемое жесткой аппликаторной системой Флетчер-Сьют, может быть оптимизировано путем выбора соответствующего размещения источников в аппликаторах. Наиболее распространенными радионуклидами, используемыми в современных аппаратах для дистанционной загрузки источников при внутрисполостной КЛТ, в том числе и в онкогинекологии, являются ^{192}Ir и ^{60}Co .

ICRU reference point – Опорная точка МКРЕ

Концепция опорных точек Международной комиссии по радиационным единицам (МКРЕ) базируется на использовании планарных изображений для дозиметрического планирования процедуры КЛТ. Существуют точки как для оценки дозового покрытия мишени (точки А и В, ректо-вагинальная точка), так и для оценки доз на критические органы (ректо-вагинальная точка и опорная точка для мочевого пузыря). Поскольку вагина является одновременно и критическим органом, и мишенью, ректо-вагинальная точка используется для обеих описанных выше задач в соответствии с докладом МКРЕ № 89. С переходом к дозиметрическому планированию на основании трехмерных серий изображений, полученных методами компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ), концепция опорных точек МКРЕ имеет в основном исторический интерес.

Image guided brachytherapy – Контактная лучевая терапия под управлением по медицинским изображениям

Использование медицинской визуализации позволяет решить целый ряд проблем на различных этапах КЛТ. Так, на этапе введения аппликаторов или источников рентгенография/рентгеноскопия с использованием рентгеновских аппаратов с С-образным штативом обеспечивает возможность контролировать положение каждого аппликатора или источника относительно мишени и окружающих её нормальных органов и тканей. Благодаря таким своим достоинствам, как получение в реальном времени изображений мягких тканей без применения ионизирующих излучений, с этой же целью используется ультразвуковая аппаратура. Изображения анатомии пациента и локализация аппликаторов или источников, полученные с помощью КТ, используются в дозиметри-

ческом планировании КЛТ наряду с изображениями, полученными методом МРТ, которые при совмещении с КТ-изображениями в компьютерной СДП позволяют получить более детальную информацию о мишени облучения и окружающих её мягких тканях. Следует отметить, что данные МРТ могут быть самостоятельно использованы для дозиметрического планирования КЛТ, так как протокол TG-43 ААРМ ориентирован на дозиметрические расчеты без введения соответствующих поправок на гетерогенность тканей, а эффекты искажения МРТ-изображений в их центре, там где как правило находятся мишени для КЛТ, практически отсутствуют. Однако локализация аппликаторов и источников при использовании МРТ затруднена из-за искажений изображений их металлическими деталями, а также из-за того, что аппликаторы не дают сигнал на МРТ-изображениях и визуализируются как черная область.

Intravascular brachytherapy – Внутрисосудистая контактная лучевая терапия

Внутрисосудистая КЛТ (временные или постоянные имплантаты) используется в качестве вспомогательного средства после ангиопластики и установки шунтов при лечении артериального стеноза и в предупреждении повторного стеноза. Повторный стеноз – это образование тканевого шрама в артерии в течение 6 месяцев после ангиопластики, что случается приблизительно у 40 % больных. Для этой цели при дистанционном введении используются имплантаты с ^{192}Ir , ^{90}Y и ^{90}Sr , а при использовании баллона-катетера – имплантаты с ^{133}Xe , ^{186}Re , ^{188}Re , и при использовании в шунте – имплантаты с ^{32}P и ^{48}V .

Interstitial brachytherapy – Внутритканевая контактная лучевая терапия

При внутритканевой КЛТ радиоактивные источники помещаются непосредственно в опухоль, при этом с точки зрения продолжительности облучения различают внутритканевые временные и постоянные имплантаты, которые вводят вручную или путем автоматического дистанционного введения. Техника внутритканевого дистанционного введения источников включает два этапа. Сначала в опухоль с промежутком 1–2 см вводятся полые иглы из нержавеющей стали, а затем источники вводятся вручную в ткань, или же иглы со-

единяются гибкими трубками с аппаратом для автоматического дистанционного введения источников.

Optimization of dose distribution in brachytherapy – Оптимизация дозового распределения при контактной лучевой терапии

Оптимизация дозового распределения при КЛТ обычно состоит в определении пространственного положения отдельных источников и в определении весовых вкладов их активности. Оптимизация для аппаратов типа HDR и PDR с использованием перемещения одного источника основывается на поиске оптимальных положений источника и продолжительности нахождения в каждом положении для того, чтобы достичь требуемого дозового распределения. Оптимизация может выполняться несколькими методами: прямым заданием точек и времен стояния источника в аппликаторе, геометрической оптимизацией (заданием требуемой дозы в опорных точках, в соответствии с которой производится расчёт времени стояния источника) и т.н. графическая оптимизация – сдвиг изодозовых кривых с помощью курсора мыши и соответственного пересчета времен стояния источника в позициях. Другие методы основываются на методе поиска оптимального решения с использованием целевой функции.

Post-implant dosimetry – Постимплантационная дозиметрическая оценка имплантации

После проведения имплантации радионуклидных источников в ткань предстательной железы при КЛТ с низкой мощностью дозы железа, как правило, изменяется в размерах из-за отека, связанного с травмированием. Информация о реально доставленной дозе в таком случае получается на основании ретроспективной оценки дозового распределения путем проведения КТ- или МРТ-исследования, проведенного примерно через месяц после имплантации, загрузке полученных серий в СДП и расчета дозовых распределений.

Pre-calculated dose distributions (atlases) – Табулированные дозовые распределения (атласы дозового распределения)

Для ручного расчета доз в ряде клинических ситуаций, при которых расположение ис-

точников в аппликаторах соответствует стандартным, например, линейная сборка, тандем и овоиды, влагалищный цилиндр и ряд других, могут использоваться табулированные дозовые распределения (атласы дозовых распределений) с соответствующим масштабированием силы источника (активности).

Robotic image-guided brachytherapy – Роботизированная контактная лучевая терапия под управлением по медицинским изображениям

Роботизированная КЛТ – это по сути применение идеологии дистанционной загрузки источника для КЛТ с низкой мощностью дозы для предстательной железы, при которой источники, заряженные в иглы, имплантируются в ткань железы непосредственно руками оперирующего хирурга под управлением по УЗИ. Чтобы снизить лучевую нагрузку на персонал, такая имплантация производится при помощи роботизированного манипулятора с компьютерным управлением.

Reference air kerma rate – Опорная мощность кермы в воздухе

Характеристика закрытого радионуклидного источника – опорная мощность кермы в воздухе – определена в докладах МКРЕ № 38 и № 58 как керма в воздухе на опорном расстоянии, равном 1 м, и скорректированная на ослабление и рассеяние фотонов в воздухе (единица – 1 мГр/ч). В единицах системы СИ опорная мощность кермы в воздухе выражается в Гр/с, однако в целях спецификации источников более удобно использовать 1 мкГр/ч для источников LDR и 1 мГр/ч для источников HDR.

Remote afterloading machines – Аппараты для дистанционного введения источников

Важнейшими компонентами аппарата для дистанционного введения источников являются: сейф для хранения радиоактивных источников; радионуклидные источники (одиночные или множественные); система управления дистанционным введением источников; механизм контроля перемещения источников; подводные трубки и аппликаторы; компьютерная система управления облучением. Аппараты типа LDR и HDR для дистанционного введения источников ^{60}Co , ^{137}Cs и ^{192}Ir являются универсальными и используются для любых методик КЛТ.

Seed implantation technique for prostate cancer – Техника имплантирования капсул при раке предстательной железы

На практике применяется в основном трансперинеальный (закрытый) хирургический способ имплантирования капсул с источниками ^{125}I , ^{103}Pd или ^{131}Cs в предстательную железу. Этот способ имплантирования с использованием ультразвуковых изображений (УЗИ) стал самым распространенным, в большей мере из-за того, что выполняется за один день, в течение одного амбулаторного посещения.

Sievert integral – Интеграл Зиверта

Интеграл Зиверта используется для расчета дозовых распределений для линейных источников с фильтрацией излучения с учетом ослабления фотонов в оболочке капсулы линейного источника. Этот интеграл назван в 1921 г. в честь Рольфа Зиверта, шведского медицинского физика – основателя МКРЗ.

Source localization – Локализация источников

Положение источников в теле пациента, необходимое для расчета доз, находится с помощью КТ-сканирования или с помощью двух ортогональных рентгеновских снимков или двух стереоснимков со смещением или с помощью двух или трёх изоцентрических снимков. Определение положения источников вручную весьма трудоемко и требует много времени, особенно в случаях, когда используется большое количество капсул или линейных источников. Современные компьютерные системы дозиметрического планирования КЛТ оснащены автоматическими алгоритмами локализации источников.

Specification of beta ray sources – Спецификация источников бета-излучения

Рекомендованной величиной для спецификации источников бета-излучения является поглощенная доза в воде на опорном расстоянии от источника. Величина опорного расстояния зависит от типа радионуклида и конструкции источника и составляет от 0,5 до 2 мм.

Total reference air kerma (TRAK) – Суммарная опорная керма в воздухе

Величина, характеризующая меру лучевого воздействия за сеанс КЛТ. По опреде-

лению суммарная опорная керма в воздухе – это интеграл величины опорной мощности кермы в воздухе во всех позициях источника за сеанс лечения.

Well type chamber – Ионизационная камера колодезного типа

Ионизационная камера, используемая в клинических условиях для калибровки закрытых источников для КЛТ. Камера представляет собой два полых цилиндра со стенками из алюминия, один из которых вставлен соосно в другой. Пространство между цилиндрами заполнено аргоном под высоким давлением, при этом собирающий потенциал, приложенный к камере, составляет 300 В. В комплект камеры входит держатель, который позволяет установить калибруемый источник на оси симметрии камеры в определенном положении, что дает при измерениях приближение к геометрии 4π.

Wire snaking or curving – Искривление тросика

Отклонение траектории пути источника в канале аппликатора изогнутой формы от центральной оси из-за натяжения тросика, к которому приварен источник. Этот эффект следует учитывать при использовании аппликаторов изогнутой формы (например, гинекологического кольца). Один из методов коррекции – задание при дозиметрическом планировании дополнительного отступа для первой позиции источника в том случае, если источник позиционируется от дистального конца аппликатора.

⁹⁰Y microsphere brachytherapy – Контактная лучевая терапия микросферами ⁹⁰Y

Вид КЛТ для лечения опухолей, локализованных в печени, при котором источники представляют собой т.н. микросферы – частицы сферической формы размером 20–60 мкм, содержащие радионуклид ⁹⁰Y. Источники под рентгеновским контролем попадают к мишени через катетер, установленный в печеночной артерии. Благодаря таким размерам источников, помимо непосредственно облучения опухолевых клеток происходит также эмболизация опухоли, поэтому процесс называется радиоэмболизацией.

Список сокращений

ААРМ – Американская ассоциация физиков в медицине
 HDR – КЛТ с высокой мощностью дозы
 LDR – КЛТ с низкой мощностью дозы
 MDR – КЛТ с средней мощностью дозы
 PDR – КЛТ с импульсной мощностью дозы
 КЛТ – контактная лучевая терапия
 КТ – компьютерная томография
 МКРЕ – Международная комиссия по радиационным единицам
 МРТ – магнитно-резонансная томография
 СДП – система дозиметрического планирования
 УЗИ – ультразвуковые изображения

GLOSSARY OF TERMS AND CONCEPTS IN MEDICAL RADIATION PHYSICS. TERMINOLOGY USED IN DOSIMETRY AND TREATMENT PLANNING OF BRACHY THERAPY

*S.M. Vatnitsky, M.A. Kuznetsov
 MedAustron Ion Therapy Center, Wiener Neustadt, Austria
 Hadassah Medical, Moscow, Russia*

Medical radiation physics supports medical diagnostic and treatment process based on the use of ionizing radiation in radiation therapy, nuclear medicine, radiation diagnostics and radiation safety of patients and personnel. However, the successful implementation of this process requires close interaction of specialists in all the above areas. The basis of such interaction is the unification of the terminology and concepts used at various stages of the diagnostic and treatment process. The article presents a glossary on dosimetry and treatment planning of brachytherapy which contains the most commonly used terms in this field and explanations for each of them. The glossary is intended for use both in professional education, including postgraduate education, and for medical physicists and radiation oncologists working in radiological medical organizations.

Key words: *medical radiation physics, brachytherapy, dosimetry, treatment planning, terminology*

E-mail: s.vatnitsky@chello.at