



X-RAY THERAPY AND ITS APPLICATIONS

Elmurotova Dilnoza Bahtiyorovna¹

Mamashova Nazira Tulkin kizi²

Bozorov Erkin Hozhievich³

Tashkent State Technical University, Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of Uzbekistan

KEYWORDS

remote X-ray therapy, linear
accelerator, intensity, Bucca
beams

ABSTRACT

Remote types of X-ray therapy, the principle of operation of
medical linear accelerators LINAC are considered. The main
systems of the installation for X-ray therapy have been studied.

2181-2675/© 2022 in XALQARO TADQIQOT LLC.

DOI: 10.5281/zenodo.7241942

This is an open access article under the Attribution 4.0 International(CC
BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

¹ Doctor of Philosophy in physics and mathematics, PhD, Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov, UZB

² Master of Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov, UZB

³ Professor, Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of Uzbekistan

РЕНТГЕНОВСКАЯ ТЕРАПИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

дистанционная
рентгенотерапия,
линейный ускоритель,
интенсивность, лучи
Букки

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено дистанционные типы рентгенотерапии, принцип работы установок медицинского линейного ускорителя LINAC. Изучено основные системы установки для рентгеновской терапии.

Основным видом ионизирующего излучения, используемого в настоящее время для терапии, является высокоэнергетическое электромагнитное излучение в двух его видах: рентгеновское и гамма-излучение. Рассмотрим способы их генерации на установках медицинского назначения.

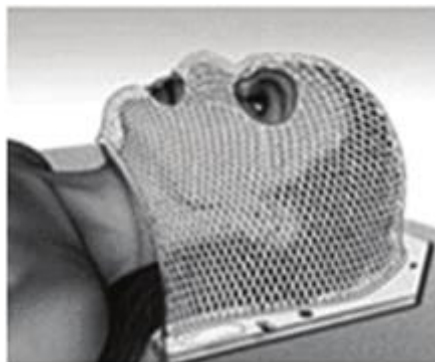


Рис. 1. Маска, предотвращающая движение пациента при облучении.

Рентгенотерапия основана на использовании рентгеновского излучения, генерируемого с помощью рентгенотерапевтических аппаратов или ускорителей заряженных частиц и выделяются следующими типами:

близкодистанционную рентгенотерапию: напряжение генерирования 30+100 кВ, кожно-фокусное расстояние 1,5+30 см;

среднедистанционную рентгенотерапию: напряжение генерирования 180+400 кВ, кожно-фокусное расстояние 40+50 см;

дальнедистанционную, или мегавольтную, рентгенотерапию: тормозное излучение генерируется на ускорителях электронов с энергией фотонов 5+40 МэВ, кожно-фокусное расстояние 1 м и более.

При близкодистанционной рентгенотерапии дозное поле создаётся в поверхностных слоях облучаемого тела. Поэтому она показана для лечения относительно поверхностных поражений кожи и слизистых оболочек. При злокачественных новообразованиях кожи применяют разовые дозы до 5 дней в неделю, суммарная доза составляет 60+80 Гр.

Среднедистанционную рентгенотерапию используют при заболеваниях неопухолевого характера.

Дальнедистанционная рентгенотерапия благодаря особенностям пространственного распределения энергии эффективна при глубоко расположенных злокачественных опухолях, проводится на аппаратах, в которых рентгеновское излучение генерируется напряжением на рентгеновской трубке до 250 кВ. Аппараты имеют набор дополнительных фильтров из меди и алюминия, комбинация которых при разных напряжениях на трубке позволяет индивидуально для разной глубины патологического очага получить необходимое качество излучения. Используют эти рентгенотерапевтические аппараты для лечения неопухолевых заболеваний. Близкофокусная рентгенотерапия осуществляется на аппаратах, которые генерируют низкоэнергетическое излучение до 60 кВ. Применяют для лечения поверхностных злокачественных опухолей.

Цель работы: изучение принцип работы установки медицинского линейного ускорителя *LINAC*, и основные системы установок для рентгеновской терапии.

Два варианта радиационной терапии опухоли мозга

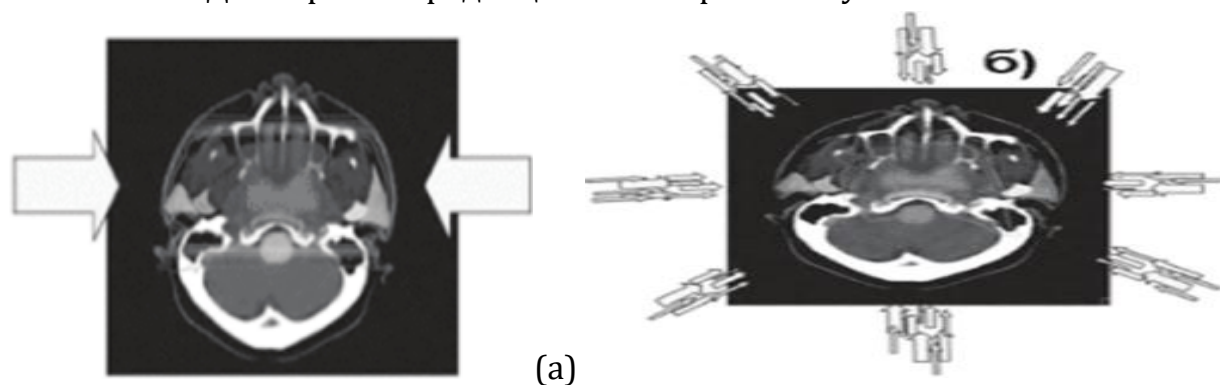


Рис. 2: а - двустороннее облучение головы пациента пучками рентгеновского излучения одинаковой интенсивности; б - облучение под 8 углами пучками с различной интенсивностью (различны как энергия, как и величина потока фотонов) и с различными законами изменения интенсивности излучения во времени в процессе терапии.

В медицине тормозное излучение с непрерывным спектром относят к рентгеновскому излучению даже при больших энергиях. Так, к диагностическому рентгеновскому излучению относят излучение с энергиями 20+150 кэВ, к «поверхностному» излучению — с энергиями 50+200 кэВ, к орговольтажному рентгену 200+500 кэВ, к суперрентгену 500+1000 кэВ и к мегарентгену 1+25 МэВ.

Линейный ускоритель формирует конический пучок рентгеновского излучения, способный отклоняться от 15° к вертикали до 15° к горизонтали. Для ограничения зоны облучения используется вставная диафрагма из вольфрамового сплава, которая обеспечивает установку прямоугольного поля облучения ступенями

в пределах нескольких сантиметров. Предусмотрена возможность облучения качающимся полем путём комбинации вращения пучка излучения вокруг горизонтальной оси с одновременным горизонтальным и вертикальным перемещением стола, на котором располагается пациент.



Рис. 3. Медицинский линейный ускоритель *LINAC*.

С целью формирования полей сложной формы используют различные защитные блоки из тяжелых металлов, форма которых подбирается индивидуально для каждого больного, чтобы максимально защитить здоровые органы от облучения. Применяют также коллиматоры с изменяемой формой - лепестковые коллиматоры. Они состоят из множества тонких пластин, изготовленных из тяжелого металла, хорошо поглощающего γ -излучение. Каждая пластина может независимо передвигаться под управлением компьютера. Компьютерная программа с учётом локализации опухоли и здоровых органов формирует последовательность и величину передвижения каждого лепестка в коллиматоре. В результате формируется индивидуальный коллиматор, который обеспечивает оптимальное поле облучения для каждого больного и для каждого луча.

Успех лучевой терапии зависит от того, насколько точно обеспечивается облучение опухоли и её микроскопических проростков, поэтому важно точно определять местоположение и границы опухоли при помощи клинического обследования с применением оптимальных методов визуализации. Наличие

нормальных близлежащих к опухоли жизненноважных органов ограничивает величину радиационной дозы.



Рис. 4. Основные системы установки для рентгеновской и гамма-терапии

Примером комплекса установок для рентгеновской терапии является *Novalis* (Новалис). Медицинский линейный ускоритель (*LINAC*) генерирует рентгеновское излучение, которое точно направляют в расположение опухоли. Новалис используют для лечения опухолей, расположенных по всему телу. Особенно эффективным является облучение опухолей головного мозга, локализованных вблизи зрительного нерва и ствола мозга. Гентри вращается вокруг пациента и учитывает возможные изменения координат объекта облучения.

Современный медицинский линейный ускоритель обеспечивает реализацию высокоточных методов лучевой терапии с максимальной защитой окружающих опухоль здоровых тканей: конформное (повторяющее размер и форму опухоли) трёхмерное облучение с визуальным контролем по изображениям (*IGRT*); высокоточное облучение с модуляцией интенсивности излучения (*IMRT*); лучевая терапия, способная адаптироваться к состоянию пациента на данный момент (*ART*, *Adaptive Radiation Therapy*); стереотаксическое (прецизионное) облучение; облучение с синхронизацией по дыханию пациента; радиохирургическое облучение.

Рентгенотерапия применяется не только в онкологии. Свойство рентгеновских лучей снижать реактивность тканей в зоне облучения, уменьшать зуд, действовать противовоспалительно, подавлять избыточный рост тканей — являются основанием для использования рентгенотерапии при зуде, инфильтратах, гранулемах, при повышенном ороговении. Рентгеновские лучи обладают эпилирующими свойствами, что полезно при борьбе с грибковыми заболеваниями.

Рентгенотерапия применяется при заболеваниях воспалительного характера (фурункулах, карбункулах, маститах, инфильтратах, свищах), дегенеративно-дистрофических процессах опорно-двигательного аппарата, невралгиях, неврита, фантомных болях, некоторых болезнях кожи и др. Её методами лечат невралгию тройничного нерва, тяжёлые заболевания глаз, щитовидной железы и т.п. Применение фотонной терапии для борьбы с доброкачественными опухолями ограничено риском радиационно-индуцированных раков.

Особую роль в рентгеновской терапии играют лучи Букки - «пограничные» лучи, которые на энергетическом спектре находятся на границе между рентгеновскими лучами и ультрафиолетовыми. Их называют сверхмягкими рентгеновыми лучами. В отличие от рентгеновских лучей эритема при облучении пограничными лучами развивается часто без латентного периода; лучи Букки не обладают эпилирующими свойствами, поглощение лучей поверхностными слоями кожи полное. Показания для лечения лучами Букки: хронические экземы, нейродермит, ограниченные формы красного плоского лишая и т. д.

Заключение: Показано, что медицинский линейный ускоритель (*LINAC*) генерирует рентгеновское излучение, которое точно направляют в расположение опухоли. Комплекс установок для рентгеновской терапии *Novalis* используют для лечения опухолей, расположенных по всему телу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУР:

1. Алешкевич А.И., Рожковская В.В., Сергеева И.И., Тихомирова Т.Ф., Алесина Г.А. Основы и принципы лучевой диагностики, Учебно-методическое пособие. Минск 2015.
2. Труфанов Г.Е., Асатурян М.А., Жаринов Г.М. Лучевая Терапия, Том 2, Москва 2007.
3. Черняев А.П., Колыванова М.А., Борщеговская П.Ю. Радиационные технологии в медицине. Часть 1. Медицинские ускорители // Биофизика и медицинская физика, 2015, №6.