

УДК 616.12

ТЕРЕЩЕНКО Н.Ф., УСАЧЕВ П.А., ГРИГОРЬЕВА Е.Ю.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕДИЦИНЕ

*Национальный технический университет Украины,
«Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина*

Анотація. В даній роботі розглядається вплив іонізуючого випромінювання на людину, використання його в медицині, а також спосіб визначення дійсних розмірів досліджуваного об'єкта та пристрою для його реалізації, що забезпечує оптимізацію доз опромінення.

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние ионизирующего излучения на человека, использование его в медицине, а также способ определения действительных размеров исследуемого объекта и устройство для его реализации, обеспечивающее оптимизацию доз облучения.

Abstract. Influence people radiation and it's medicine application is consider in this work.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, дозовий поріг.

ВСТУПЛЕНИЕ

Медицинская рентгенология занимает одно из ведущих мест в диагностике различных заболеваний. С другой стороны при рентгенологическом исследовании надфоновому облучению подвергаются все население страны, в связи с этим возникает вопрос о безопасности этого облучения. Необходим учет дозовых нагрузок в медицине, а также использование мер и средств для уменьшения возможных отрицательных последствий дополнительного облучения человека. Необходимо правильно оценить степень радиационного воздействия и разработать рекомендации по снижению дозовых нагрузок. Контроль индивидуальных доз облучения необходим в первую очередь для выбора наиболее щадящего режима рентгенологического исследования и повышения эффективности средств защиты.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящее время широко используется в практике рентгеновские аппараты (РА) такие как «РУМ-20», «Рентген -100Т», «РУМ-24» и т.д., является недостаточно безопасными не только для пациентов, но и для обслуживающего персонала. Поэтому, целью данной работы является исследование влияния ионизирующего излучения (ИИ) на человека, использования его в медицине и снижения риска чрезмерного облучения, а также разработка устройства оптимизации блока излучения рентгенустановки.

На данный момент многие рентгеновские аппараты работают с использованием рентгеновской пленки. Помимо больших постоянных затрат на расходные материалы (пленка, реактивы содержание фотолаборатории), пленочные аппараты имеют еще один большой недостаток – большая доза облучения пациента. На данный момент был разработан и изготовлен универсальный рентгеновский аппарат «Мультискан» [1]. Доза облучения пациента очень низкая – 5–20 мкЗв, что в 200 и более раз меньше, чем у аппаратов, работающих с рентгеновской пленкой. Очень низкая доза облучения позволяет использовать его при обследовании беременных женщин и детей.

Компани Genogaу разработала рентгеновский аппарат Port-X II для стоматолога. Функциональная панель управления мобильного прибора позволяет оптимизировать рентгеновское излучение и получать качественные снимки одним нажатием кнопки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для решения поставленной задачи рассмотрим характерные закономерности воздействия ИИ.

- Глубокие нарушения жизнедеятельности вызываются малыми количествами поглощаемой энергии.

- Воздействие ИИ не ограничивается подвергнутым облучению организмом, но может распространяться и на последующие поколения, что объясняется действием на наследственный аппарат организма.
- Для биологического действия характерен скрытый (латентный) период, т. е. развитие лучевого поражения, наблюдается не сразу. Продолжительность латентного периода может варьировать от нескольких минут до десятков лет в зависимости от дозы облучения, радиочувствительности организма и наблюдаемой функции. Так, при облучении в очень больших дозах (десятки тыс. рад) можно вызвать летальный исход, длительное же облучение в малых дозах ведёт к изменению состояния органов, нервной и других систем, к возникновению опухолей спустя годы после облучения.

Таблица 1.

Значения дозового порога [2]

Орган, ткань, система	Наблюдаемый эффект	Поглощенная доза, Гр	
		Однократное облучение	Многофракционированное или непрерывное облучение
Кожа	Обратимые изменения без последствий	3-5	-
	Появление эритемы	7-10	-
Кроветворные ткани	Обратимая инактивация лимфоцитов и стволовых клеток	0,5 -1	0,5-1
	Клеточное истощение (летальность 50%)	3-5	-
Легкие	Пневмонит с последующим фиброзом и потерей функций	8	40
Щитовидная железа	Морфологические изменения, признаки дисфункции	10	(40-100)
Глаз	Помутнение хрусталика	2	2
Кровеносные сосуды	Аномальная проницаемость	5	-
	Уменьшение кровотока	10	-
Желудок	Различные формы поражения с летальностью 50%	8-15	40
Почки	Острый и хронический нефрит с последующей гипертензией	(5-12)	23
Хрящ, кость	Задержка роста на 3-5%:		
	Дети	-	10
	Взрослые	(1)	65
Семенники	Временная стерильность	0,1	-
	Полная стерильность	2-6	-
Яичники	Уменьшение плодовитости у животных	-	(2)
	Полная стерильность	3	3

Для уменьшения облучения можно использовать следующий способ, который заключается в том, чтобы оценить параметры исследуемого объекта при рентгенодиагностике [3].

На рис.1 представленный принцип работы прибора с автоматической экспозицией при рентгенологических исследованиях.

Рентгеновский луч за исследуемым объектом попадает на приемники 1и 3, установленные впереди и за кассетой с рентгеновской плёнкой 2. Во время экспозиции на приемники и пленку попадает излучение. А на пленке из-за свечения экрана 4 обеспечивается четкое изображение объекта с помощью фокусирующей оптики 5, 6 – усилитель обратной связи.

Известен способ определения геометрических размеров измеренного объекта при рентгенологических исследованиях, включающий рентгеноскопию и рентгенографию изучаемого объекта, измерение размера объекта на стенке (S_R), определение расстояния от центра излучения рентгеновской трубки к кассете (H), измерение расстояния от кассеты к объекту исследования (h) и определение истинного размера объекта исследования (S_x).

Поток рентгеновского излучения от лампы пронизывает исследуемый объект, попадает на кассету в которой находится светочувствительная пленка. Кассета, плотно прилегающая к рентгеновской пленке, имеет усиливающий экран. На пленке после проявления мы получаем изображение исследуемого объекта. По его изображению мы можем обчислить геометрические параметры объекта по формуле [6]:

$$S_x = \frac{(H - h) \cdot S_R}{H}$$

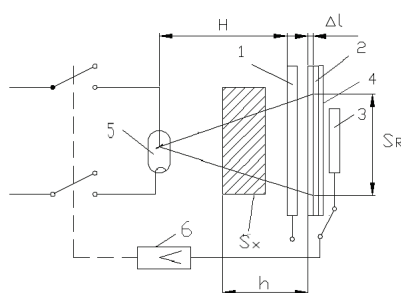


Рис.1. Принцип работы прибора для автоматической определения экспозиции при рентгенологических исследованиях

Однако стенки кассеты имеют свою толщину (Δl), также как и пленка δ . В рентгенодиагностических аппаратах, приемник излучения (пленка) должна реагировать непосредственно на рентгеновское излучение, которое многократно усиливается на экране, плотно примыкающим к пленке. Поэтому для получения четкого, контрастного изображения и расчет действительных размеров исследуемого объекта необходимо принимать во внимание толщины кассеты и пленки δ . Для такого расчета необходимо использовать предложенную нами формулу:

$$S_x = \frac{[(H + \Delta l + \delta) - h] \cdot S_R}{H + \Delta l + \delta}$$

где H - расстояние от центра излучения рентгеновской трубки к кассете; S_x - размер объекта исследования; Δl - толщина стенки кассеты; δ - толщина плёнки; h - расстояние от кассеты к объекту исследования; S_R - измерение размера объекта на стенке.

АНАЛИЗ ДОЗ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Улучшение медицинского обслуживания населения постоянно ведёт к возрастанию числа рентгенодиагностических процедур. В странах с развитым медицинским обслуживанием это увеличение колеблется от 2 до 6 % в год, составляя в среднем с учётом роста населения 3%. В 2005г. в США число рентгенодиагностических обследований составляло в среднем 55,9 на 100 человек, колеблясь для людей разных возрастов от 24,4 (дети моложе 14 лет) до 82,3 (лица старше 45 лет) и в целом увеличиваясь с возрастом. В Японии в 2005 г. число рентгенодиагностических процедур (без учёта рентгенодиагностики зубов) составило 729 на 1000 человек населения (в зубоврачебной практике 855 на 1000 человек), причём увеличение по сравнению с 2000г. было примерно в три раза (в рентгенодиагностике зубов – в 66 раз по сравнению с 1999 г.). Общее количество радиографий, сделанных при медицинских обследованиях, составило 117,3млн. для мужчин и 86,6млн. для женщин (в общей сложности 203,9 млн.) [4].

Дозы облучения, получаемые различными органами и тканями человека при рентгенодиагностике, варьируют в очень широких пределах в зависимости от технических особенностей оборудования, методов, применяемых в различных медицинских учреждениях, и опыта рентгенологов. Для широкого набора рентгенодиагностических процедур типичной средней дозой на кожу является доза 0.5-5 рад на единичную процедуру, хотя в отдельных случаях (например, обследование сердца) единичная доза может достигать 50 рад. В зубоврачебной практике доза на голову и щитовидную железу

обычно достигает соответственно 200-500 и 2-70 мрад. Доза облучения костного мозга при различных рентгенодиагностических процедурах в среднем измеряется десятками и сотнями миллиард на одну процедуру, доза облучения грудной клетки – до 500 мрад на одно обследование, хотя при использовании современной аппаратуры и сверхчувствительной пленки эта доза может быть снижена до 100 мрад. Дозы облучения лёгких при рентгенодиагностике могут достигать 20-800 мрад.

Для изучения и получения объективного материала было проведено исследование в лечебном учреждении города Конотоп Центральная районная поликлиника, на ее базе размещены 3 флюорографических кабинета (из них 2 крупнокадровых) и передвижной флюорографических (на шасси) и 2 рентгенодиагностических кабинета. Кабинеты оснащены медицинским оборудованием отечественных и зарубежных фирм (General Electric – Silhouette HF, EDR – 750 B, PУМ – 20, маммограф Электроника). В этих кабинетах в полном объеме проводятся все рентгенологические исследования.

В таблице 2 приведены средние эффективные дозы пациентов для различных рентгенорадиологических исследований.

Таблица 2.

Дозы пациентов для различных рентгенорадиологических исследований [5]

Виды процедур	Оцененное значение средней индивидуальной дозы пациента, мЗв процедуру	
	Взрослые > 14 лет	Дети 0-14 лет
Флюорографические, в том числе: органов грудной клетки	0,8	-
Опорно-двигательной системы, в том числе:		
Плечевой пояс, лопатки, ключица	0,23	-
Шейные позвонки	0,32	-
Грудные позвонки	0,37	-
Поясничные позвонки	1	-
Желудочно-кишечного тракта	3,6	-
Головы (черепа)	0,6	-
Челюстно-лицевой области	0,03	-
Мочеполовой системы	2,5	-
Рентгенографические, в том числе: Органов грудной клетки	0,26	0,1
Опорно-двигательной системы, в том числе:		
плечевой Пояс, лопатки, ключица	0,1	0,02
Шейные позвонки	0,22	0,03
Грудные позвонки	0,6	0,26
Поясничные позвонки	1,7	0,31
Ребра, грудина	0,8	0,42
Таз, крестец	1,9	0,32
Тазобедренные суставы	1,5	0,16
Бедро	0,1	0,01
Конечности	0,01	0,01
Желудочно-кишечного тракта	1,1	0,11
Головы (черепа)	0,17	0,04
Челюстно-лицевой области	0,04	0,02
Мочеполовой системы	0,6	0,32
Прочие, в том числе: Придаточные пазухи носа	0,08	0,03
Рентгеноскопические, в том числе:		
Органов грудной клетки	1,9/5,7*	1/3,1*
Желудочно-кишечного тракта	4,6/11*	1,7/4,1*
Мочеполовой системы	1/4,3*	1,4/3,6*
Прочие, в том числе: Пищевод	2,4/4,5*	0,5/1*

Таблица 2.

(Продолжение)

Компьютерная томография, в том числе:		
Органов грудной клетки	11	4,1
Желудочно-кишечного тракта	14	4,3
Опорно-двигательной системы, в том числе:		
Шейные позвонки	5,0	-
Поясничные позвонки	5,4	-
Таз, крестец	9,5	-
Головы (черепа)	2	3,2
Прочие, в том числе:		
Печень	10	-
Почки	9,2	-
Радионуклидная диагностика, в том числе:		
Органов грудной клетки, в том числе:		
Легкие (перфузионная сцинтиграфия)	1,5	2,3
Легкие (пульмонография)	1	1,5
Опорно-двигательной системы, в том числе:		
Скелет	4,5	2,3
Сердечно-сосудистая система	8	1,5
Желудочно-кишечного тракта, в том числе:		
Всасывание кишечника	1,4	2,1
Экскреторная функция кишечника	1	1,5
Поджелудочная железа	22	30
Печень/селезенка	1,7	2,6
Головы (черепа), в том числе:		
Головной мозг	6	9
Щитовидная железа (сканирование)	38	46
Щитовидная железа (накопит. функция)	14	17
Мочеполовой системы, в том числе:		
Почки	1,9	2,9
Прочие, в том числе:		
Маммография	0,15	-
Ангиография	12	6
Томография	1	1
Интервенционные методы	20	-

(*) - Первая цифра с УРИ, вторая без УРИ.

Население города Конотопа на конец 2007 года составляло 219.000 человек. По городу за 2007 год было проведено 91.332 рентгеновских исследований, было сделано 130.445 рентгеновских снимков и 142.654 флюорографических исследования. В среднем на двух человек за год приходится одно рентгенологическое исследование. С учетом естественного радиационного фона и лучевой нагрузке, полученной при рентгеновских исследованиях, эквивалентная доза на одного человека составляет 2,19 мЗв, что не превышает допустимых норм. С модернизированным блоком излучения рентгенустановки РУМ-20 и блоком автоматического определения экспозиции эта доза уменьшилась еще на 20 %.

ВЫВОДЫ

Перспективы дальнейшего исследования аппаратной части рентгеновской установки, включают в себя:

- 1) уменьшение дозовых нагрузок на пациента и на обслуживающий персонал;
- 2) улучшения качества изображения на пленке за счет уменьшения вторичного излучения, благодаря предложенному способу, вследствие чего отчетливо видны области исследования;
- 3) сократить время облучения пациента в среднем на 25% за счет применения светового центрактора и устройства автоматического определения экспозиции.

Эти направления будут детальнее изучаться в последующих исследованиях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. PORT-XII – мобильный рентген [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.medicus.ru/cont=prodinfo&prd_id=2955.
2. Эквивалентные дозы в органах и тканях человека при рентгенологических исследованиях : [справочник]: / Р. В. Ставицкий, И. А. Ермаков, Л. А. Лебедев и др. – М.: Главное лечебно-санитарное управление. – 2003. – 235 с.
3. Рентгенодиагностические аппараты / [Блинов Н.Н., Владимиров Л.В., Кочетова Г.П., Туманов Н.А., Шварцман А.З., Якобсон А.М., Ярославский В.Л.]. – М.: Медицина, 1976. – 240 с.
4. Ставицкий Р. В. / Эквивалентные дозы в органах и тканях человека при рентгенологических исследованиях / . Р. В. Ставицкий, И. А. Ермаков, Л. А. Лебедев. – М.: Наука.– «Мед.техника», 2007. – 690 с.
5. Нормы радиационной безопасности НРБ-99. СП. 2.6.1. 758. 99.– К: Минздрав Украины, 1999. –116 с.
6. Способ оценки параметров изучаемого объекта при рентгенологических исследованиях [Заявка на изобретение RU]: / Плечев В.В., Питюк А.Н., Латыпов Р.З. и др. / RU 20022005118250 МПК А 61В 6/00, А 61В 5/107, G 01В 11/25. – Заявка № 2005118250/14, заявл. 14.06.2005, опубл. 20.12.2006. – Бюл. № 35, 2006.

Надійшла до редакції 20.01.2009р.