

Контроль облучения детей при рентгенологических исследованиях

Р.В. Ставицкий, А.А. Коконцев, А.Б. Блинов, А.Л. Лебедев, Д.П. Лобов

ФГУ НПЦРР

Растущие клетки детского организма обладают повышенной чувствительностью к радиационному воздействию. Одним из основных факторов такого воздействия являются медицинские рентгенологические исследования. Установлено, что более 70% диагнозов ставится с помощью рентгенологических исследований [3, 5], несмотря на появление новых нерadiационных методов исследования (УЗИ, МРТ и др.). Это означает, что отказаться от рентгенодиагностических исследований вообще и для детей, в частности, невозможно. Остается идти по пути всемерного сокращения дозовых нагрузок при рентгенологических ис-

следованиях, не ухудшая качества получаемого рентгеновского изображения. Достичь этого можно несколькими путями [1,2]:

- современное техническое оснащение рентгенодиагностики с высокочувствительными приемниками рентгеновского излучения;
- организационные мероприятия, включающие правильное направление на рентгенологические исследования и их организацию;
- контроль и ограничение дозовых нагрузок на детей при проведении рентгенологических исследований;
- регламентация дозовых нагрузок при рентгенологических исследованиях.

Таблица 1. Эффективные дозы (мкЗв) при рентгенографии черепа детей разного возраста. Усиливающий экран ЭУ-В2

Возраст, лет	U, кВ	q, мАс	Растр 8 : 1	Еэф, мкЗв
0–2	50	15	–	9,0
2	60	20	–	12,0
5	63	20	+	14,0
10	63	25	+	18,0
15	63	30	+	24,0

Таблица 2. Дозовые нагрузки на детей разного возраста при стандартных режимах проведения рентгенографических исследований органов грудной клетки. Дополнительный фильтр 2 мм Al. Усиливающий экран ЭУ-В2

Возраст, лет	Режим		Решетка	Еэф, мкЗв за один снимок
	U, кВ	q, мАс		
0 ПП	57	5	+	43
	БП	63		
1 ПП	57	7	+	40
	БП	63		
5 ПП	69	10	+	75
	БП	76		
10 ПП	69	15	+	96
	БП	76		
15 ПП	76	10	+	80
	БП	83		

Таблица 3. Дозовые нагрузки на детей разного возраста при среднестатистических режимах проведения рентгенографических исследований органов грудной клетки. Дополнительный фильтр 2 мм Al. Усиливающий экран ЭУ-В2

Возраст, лет	Режим		Решетка	Еэф, мкЗв за один снимок
	U, кВ	q, мАс		
0 ПП	52	4	—	22
БП	57	7	—	47
1 ПП	52	7	—	28
БП	57	10	—	58
5 ПП	57	11	—	53
БП	59	15	—	112
10 ПП	63	12	—	60
БП	69	20	—	160
15 ПП	69	12	+	84
БП	76	30	+	240

Таблица 4. Эффективные эквивалентные дозы Еэф при исследовании позвоночника

Исследуемый отдел	Возраст, лет	Проекция	Режим		Еэф, мкЗв	
			U,кВ	q, мАс		
Шейный	0	ПП	50	20	16	
		БП	50	20	16	
	1	ПП	60	20	18	
		БП	60	20	18	
	5	ПП	60	25	18	
		БП	60	30	18	
	10	ПП	60	25	23	
		БП	60	30	27	
	15	ПП	70	40	40	
		БП	70	50	50	
	Грудной	0	ПП	50	17	92
			БП	50	20	50
1		ПП	63	20	200	
		БП	69	15	75	
5		ПП	69	25	325	
		БП	69	25	200	
10		ПП	69	25	363	
		БП	76	25	150	
15		ПП	76	50	700	
		БП	76	60	360	
Поясничный		0	ПП	50	15	45
			БП	60	17	85
	1	ПП	69	30	150	
		БП	63	20	60	
	5	ПП	69	60	420	
		БП	76	40	280	
	10	ПП	76	72	700	
		БП	83	72	430	
	15	ПП	83	80	600	
		БП	83	100	700	

Таблица 5. Эффективные эквивалентные дозы Еэф при рентгенографии костей таза и тазобедренного сустава

Исследуемый отдел	Возраст, лет	Режим		Еэф, мкЗв
		U, кВ	q, мАс	
Кости таза	0	50	11	44
	1	63	24	264
	5	76	30	510
	10	76	40	1000
	15	83	70	2600
Тазобедренный сустав	0	50	11	55
	1	50	16	64
	5	60	30	240
	10	60	50	250
	15	70	50	400

Таблица 6. Эффективные эквивалентные дозы Еэф при рентгенографических исследованиях мочевой системы

Возраст, лет	Режим		Еэф, мкЗв
	U, кВ)	q, мАс	
0	50	15	45
1	63	20	220
5	69	32	320
10	76	32	650
15	76	40	880

В настоящей статье мы уделим особое внимание контролю дозовых нагрузок на детей при сложных методах рентгенологических исследований, которые особенно опасны для организма ребенка.

Дозовые нагрузки при радиационном воздействии устанавливаются с помощью нескольких дозиметрических величин:

– поглощенная доза излучения – средняя поглощенная энергия в единице массы облучаемой среды: Д – Грей (Гр), мГр (10^{-3} Гр); мкГр (10^{-6} Гр);

– эквивалентная доза излучения – поглощенная доза с учетом биологического эффекта данного вида излучения: Н – Зиверт (Зв), мЗв

Таблица 7. Эффективные эквивалентные дозы Еэф при обзорной рентгенографии брюшной полости

Возраст, лет	Проекция		Режим		Еэф, ???	
			U, кВ	q, мАс		
0	Прямая	ПЗ	52	15	75	
		ЗП	52	15	45	
1	Боковая		57	20	160	
		Прямая	ПЗ	63	30	330
		ЗП	63	30	165	
5	Боковая		63	40	360	
		Прямая	ПЗ	63	40	320
		ЗП	63	40	240	
10	Боковая		69	40	260	
		Прямая	ПЗ	69	60	900
		ЗП	69	60	480	
15	Боковая		69	90	765	
		Прямая	ПЗ	76	90	2000
		ЗП	76	90	675	
			80	60	450	

Таблица 8. Эффективные дозы, мЗв, при компьютерной томографии брюшной полости детей

Возраст, лет	Еэф, мЗв
2–5	1,1
6–10	2,4
11–15	5,1

Таблица 10. Эффективные эквивалентные дозы при рентгеноскопических исследованиях толстой кишки за 1 мин

Возраст, лет	Еэф, мЗв	
	без УРИ	с УРИ
0	2,2	1,1
1	1,8	0,9
5	1,8	0,8
10	2,1	0,9
15	1,8	0,7

Таблица 9. Эффективные эквивалентные дозы за 1 мин при рентгенографии пищевода-желудка (прямая проекция)

Возраст, лет	Режим исследования	Еэф, мЗв	
		без УРИ	с УРИ
0	60 кВ, 2 мА	1,8	–
	60 кВ, 1 мА	–	0,9
1	60 кВ, 2 мА	1,6	–
	60 кВ, 1 мА	–	0,8
5	70 кВ, 2 мА	1,8	–
	60 кВ, 1 мА	–	0,7
10	80 кВ, 2 мА	1,7	–
	70 кВ, 1 мА	–	0,7
15	90 кВ, 2 мА	2,4	–
	80 кВ, 1 мА	–	1,0

(10^{-3} Зв), мкЗв (10^{-6} Зв). Для рентгеновского излучения: $D = H$;

– эффективная доза – эквивалентная доза при неравномерном облучении, как при рентгенологических исследованиях: E – Зиверт (Зв), мЗв (10^{-3} Зв), мкЗв (10^{-6} Зв). Последовательность определения дозовых нагрузок при рентгенологических исследованиях такова:

– с помощью тканеэквивалентных фантомов человека разного возраста (новорожденные; 1 год; 5 лет; 10 лет и 15 лет) измеряется распределение поглощенной дозы;

– по полученным данным поглощенной дозы для 13 органов и тканей рассчитывается эффективная доза для всего тела по формуле:

$$E_{эф} = \sum W_T D_T,$$

где \sum – показатель суммы для $T = 13$ органов; W_T – взвешивающий фактор для 13 органов,

учитывающий радиационную чувствительность каждого органа; D_T – поглощенная доза для $T = 13$ органов.

Определение эффективной дозы возможно только в эксперименте, поэтому на практике используют таблицы значений эффективной дозы при каждом исследовании для детей разных возрастных групп. Ниже приведены примеры таких таблиц. Более точное определение дозовой нагрузки на ребенка может быть произведено с помощью прибора ИНДОР-С, который позволяет производить оценку эффективной дозы (мкЗв) при 22 видах рентгенологических исследований для детей указанных выше пяти возрастных групп.

Список литературы

1. Ставицкий Р.В., Павлова М.К., Лебедев Л.А., Кальницкий С.А. Дозовые нагрузки на детей при рентгенологических исследованиях. М.: Кабур, 1993. 164 с.
2. Медицинская рентгенология: технические аспекты, клинические материалы, радиационная безопасность. М.: МНПИ, 2003. С. 21–77, 141–281, 318–323.
3. Morgan R.N. Radiological research of social responsibility // Radiol. 1972. V. 1. N 22. P. 459–463.
4. Ringertz H. Diagnostik imaging Europe. August/September, 2003.
5. Sunshine H., Bushe G.R., Mallik R. Название статьи // Radiology. 1998. V. 208. N 1. P. 19–24.