

УДК 614.8.086.5

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЗУ ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФЛЮОРОГРАФИИ

В. И. Жижневская, А. Ю. Аржановский

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Анализируются факторы, влияющие на дозу облучения, полученную при проведении флюорографии. Результаты такого анализа позволят снизить дозу облучения. Именно поэтому данная статья является актуальной. На основании данных, полученных в ЦГБ г. Азова, построена схема факторов, влияющих на дозу облучения, выявлена оценка риска и произведен расчет коэффициента корреляции.

Ключевые слова: факторы риска, доза облучения, экспертный метод, коэффициент корреляции.

ASSESSMENT OF FACTORS AFFECTING THE RADIATION DOSE DURING THE PROCESS OF FLUOROGRAPHY

V. I. Zhizhnevskaya, A. Yu. Arzhanovsky

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

This article discusses the statistical analysis of factors affecting the radiation dose during fluorography. The results of this analysis will reduce the dose of radiation that is why this article is relevant. Based on the data obtained in the State City Hospital of the city of Azov, the scheme of factors affecting the radiation dose is known, the expert method is made, the risk assessment is identified and the correlation coefficient is calculated.

Keywords: factors, radiation dose, expert method, risk, correlation coefficient.

Введение. Одним из методов диагностики заболеваний органов грудной полости является флюорография. Во многих случаях она предпочтительнее рентгенографии, так как на это обследование пациенту требуется меньше времени. Помимо этого, цифровая флюорография дает меньшую дозу облучения пациентов. Согласно СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований», необходимо использовать минимально возможные параметры рентгеновского излучения, чтобы не подвергать население высокой радиационной нагрузке, при условии сохранения качества полученных снимков. Цель данной работы — оценка факторов, влияющих на дозу облучения.

Основная часть. Существует ряд параметров, влияющих на дозу облучения пациентов. При рентгенографии это факторы пациента, оборудования, а также факторы проведения процедуры (различные части тела). Что касается флюорографии грудной полости, то она включает в себя лишь факторы, связанные с пациентом и оборудованием (рис. 1).

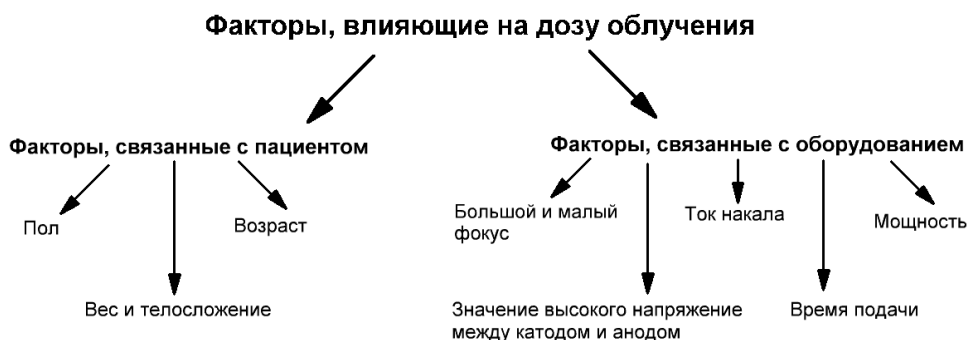


Рис. 1. Схема факторов, влияющих на дозу облучения

Экспертный метод. В результате исследования, проведенного с помощью флюорографа РЕНЕКС Флюоро (ФЦМ-аппарат), были получены следующие данные (табл. 1).

Для подтверждения этих данных было проведено анкетирование сотрудников медицинского учреждения. Семь экспертов дали оценки (от 1 до 5) влияния факторов на дозу облучения. В табл. 2 приведены эти оценки, данные пяти объектам экспертизы.

Таблица 1

Данные обследования

№ пациента	Доза, кЗв	Напряжение, кВ	Анодный ток, мА	Время, с
1	42,6	90	126,48	0,02
2	34,7	80	125,06	0,02
3	42,6	90	132,17	0,02
4	34,7	80	123,64	0,02
5	34,7	80	119,38	0,02
6	42,6	90	135,01	0,02
7	27,2	70	112,27	0,02
8	34,7	90	126,48	0,02
9	34,7	80	120,8	0,02
10	34,7	80	122,22	0,02

Таблица 2

Экспертный метод

№ фактора, Q	Оценки экспертов							Сумма рангов	Весовой коэффициент g_i	Отклонение от среднего	Квадрат отклонения S_i
	1	2	3	4	5	6	7				
1. Напряжение	1	1,5	1,5	1	1	1	1	8	0,076	-13	169
2. Ток	2	1,5	1,5	2	2	2	2	13	0,124	-8	64
3. Время	3	3	3	3,5	3	3	3	21	0,2	0	0
4. Фокус	5	5	4,5	5	5	4,5	5	34	0,324	13	169
5. Мощность	4	4	4,5	4	4	4,5	4	29	0,276	8	64

Затем был построен ранжированный ряд по сумме рангов $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4 < Q_5$. По формуле (1) определили коэффициент весомости [1]:

$$g_i = \frac{\sum_{j=1}^n G_{i,j}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n G_{i,j}}, \quad (1)$$

где n — эксперты;

m — показатели;

$G_{i,j}$ — коэффициент весомости.

На рис. 2 можно увидеть, что большинство экспертов на первое место поставили фактор «напряжение».

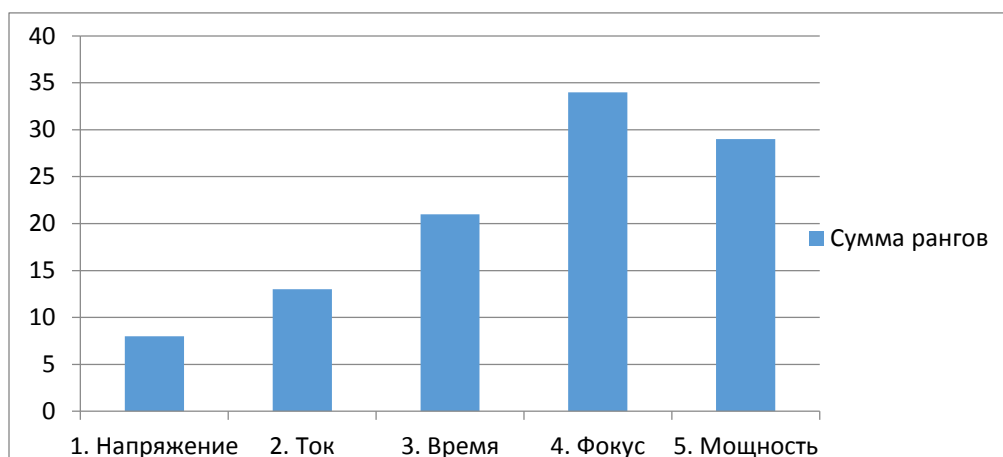


Рис. 2. Ранжированная диаграмма оценки экспертов

Определили согласованность мнений экспертов, по формуле (2) [2]:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (2)$$

где S — сумма квадратов отклонений суммы рангов;

n — эксперты;

m — объекты экспертизы.

С помощью промежуточных вычислений, приведенных в табл. 1, получили коэффициент конкордации:

$$\frac{12 * 466}{49 * (125 - 5)} = 0,95$$

Степень согласованности можно считать удовлетворительной [1].

Экспертный метод показал, что наиболее значимый фактор, влияющий на дозу облучения — напряжение.

Оценка риска. Под радиационным риском понимается дополнительная вероятность возникновения у человека каких-либо заболеваний, связанных с полученной ранее радиационной нагрузкой в малых дозах. Оценку радиационного риска можно дать, исходя из эффективной дозы, с помощью номинальных коэффициентов риска МКРЗ, с учетом возрастной радиочувствительности по формуле (3) [3]:

$$R = E \cdot r_n \cdot k, \quad (3)$$

где R — пожизненный радиационный риск, отн. единиц;

E — эффективная доза, мЗв;

r_n — номинальный коэффициент пожизненного радиационного риска, $5,7 \cdot 10^{-5} \text{ мЗв}^{-1}$;

k — поправочный множитель на возрастную радиочувствительность, 0,9 — для взрослых (18–65 лет), отн. ед.

Согласно методическим рекомендациям 2.6.1.0098-15 «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований», полученный радиационный риск является минимальным [1]. По расчетным данным видно, что в основном риск зависит от напряжения, а от тока накала зависимость невелика.

Коэффициент корреляции. Линейный коэффициент корреляции выражает степень тесноты линейной связи между двумя переменными. С помощью программы Microsoft Excel был произведен расчет коэффициента корреляции (табл. 3). На рис. 3–5 дано графическое представление экспериментальных данных.

Таблица 3

Оценка риска

№	Напряжение, кВ	Ток накала, мА*с	Доза облучения, мЗв	Риск	Коэффициент корреляции
1	40	1	0,002	$0,010 \times 10^{-5}$	0,972912109
	50	1	0,005	$0,025 \times 10^{-5}$	
	66	1	0,007	$0,036 \times 10^{-5}$	
	77	1	0,010	$0,05 \times 10^{-5}$	
	90	1	0,016	$0,082 \times 10^{-5}$	
2	40	2	0,002	$0,010 \times 10^{-5}$	0,994646652
	50	2	0,005	$0,025 \times 10^{-5}$	
	66	2	0,010	$0,05 \times 10^{-5}$	
	77	2	0,015	$0,077 \times 10^{-5}$	
	90	2	0,021	$0,108 \times 10^{-5}$	
3	40	3,2	0,003	$0,015 \times 10^{-5}$	0,989222368
	50	3,2	0,008	$0,041 \times 10^{-5}$	
	66	3,2	0,017	$0,087 \times 10^{-5}$	
	77	3,2	0,023	$0,118 \times 10^{-5}$	
	90	3,2	0,036	$0,185 \times 10^{-5}$	

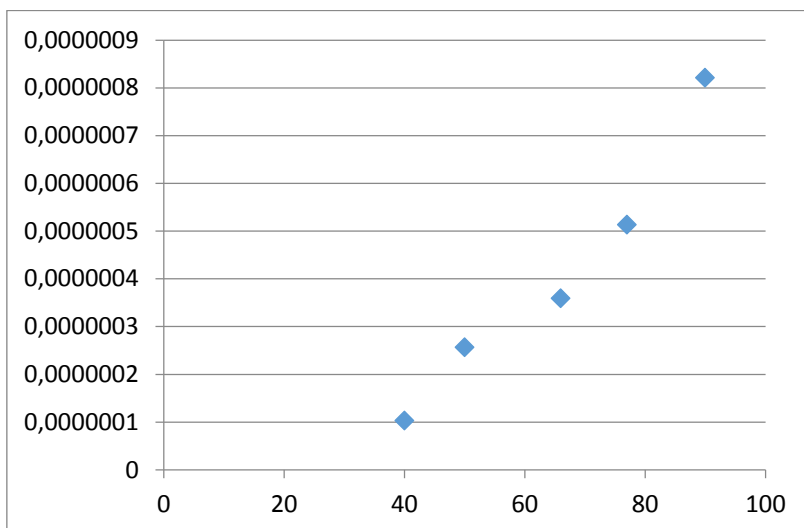


Рис. 3. Корреляционное поле данных № 1 при коэффициенте корреляции 0,97

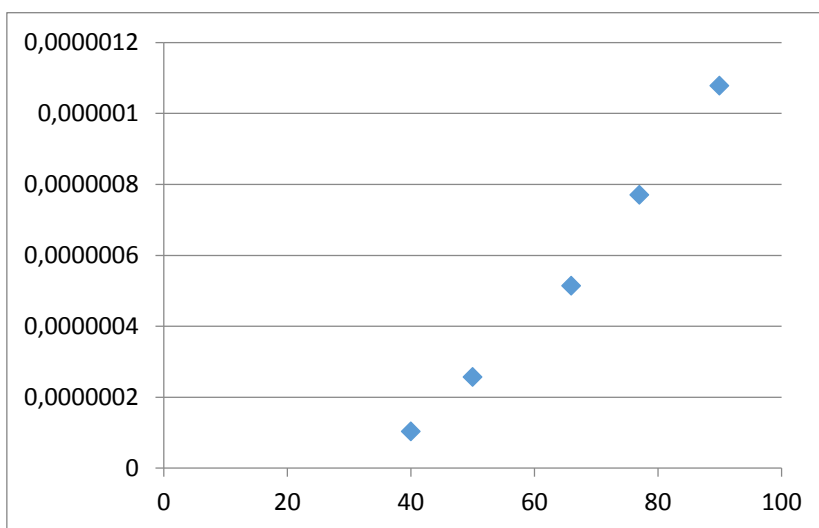


Рис. 4. Корреляционное поле данных № 2 при коэффициенте корреляции 0,99

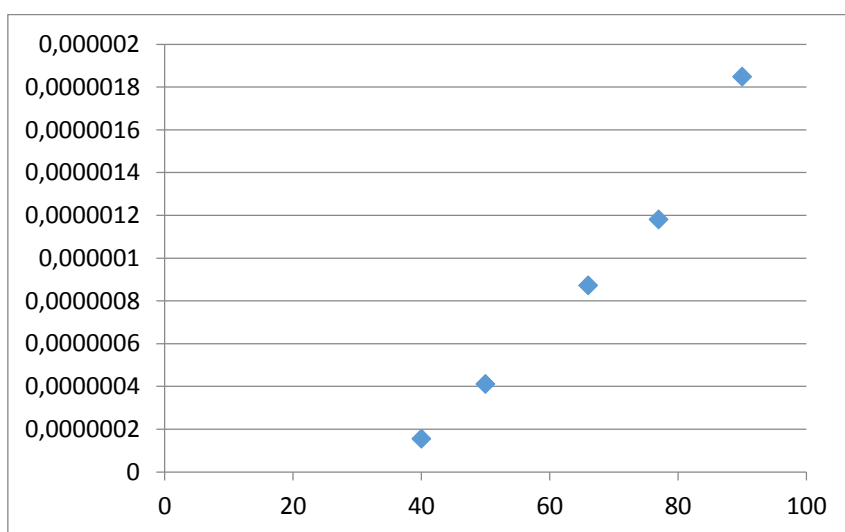


Рис. 5. Корреляционное поле данных № 3 при коэффициенте корреляции 0,98

Так как коэффициент корреляции ≈ 1 , зависимость между напряжением и риском становится функциональной [3].

Заключение (выводы). В результате проведенного исследования дана оценка факторов, влияющих на дозу облучения. Расчет оценки риска и коэффициента корреляции подтвердил результат экспертного метода, что наиболее влияющим фактором является напряжение. Изучение и исследование соответствующих факторов позволит снизить дозу облучения, именно поэтому данная статья является актуальной и важной.

Библиографический список

1. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом РФ 6 апреля 2015 г.) : методические рекомендации МР 2.6.1.0098-15 [Электронный ресурс] / Гарант. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71124066/> (дата обращения : 22.08.2020).

2. Шишкин, И. Ф. Квалиметрия и управление качеством / И. Ф. Шишкин, В. М. Станякин. — Москва : Изд-во ВЗПИ, 1992. — 255 с.

3. Цыбрий, И. К. Статистическая обработка экспериментальных данных : учеб. пособие / И. К. Цыбрий. — Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2010. — 147 с.

Об авторах:

Жижневская Владислава Игоревна, магистрант Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), vladajiji@mail.ru

Аржановский Анатолий Юрьевич, магистрант Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), vladajiji@mail.ru

Authors:

Zhizhnevskaya Vladislava Igorevna, master's degree student of Don State University, (Gagarina sq. 1, Rostov-on-Don, 344003, RF), vladajiji@mail.ru

Arzhanovskij Anatolij Yur'evich, master's degree student of Don State University, (Gagarina sq. 1, Rostov-on-Don, 344003, RF), vladajiji@mail.ru