

УДК 614.876.06:621.039.58

## РОЛЬ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА КАК ПУСКОВОГО МЕХАНИЗМА В РАЗВИТИИ ОДНОУЗЛОВОГО ЗОБА

А.В. Рожко, к.м.н, доцент; Н.Г. Власова, к.б.н, доцент; В.Б. Масякин  
ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины  
и экологии человека», Гомель, Беларусь

*В ретроспективном когортном исследовании оценены частоты узловой патологии щитовидной железы у 2916 лиц, подвергшихся радиационному воздействию в детском и подростковом возрасте. Средняя поглощённая доза облучения щитовидной железы составила 1350 мГр. Результаты радиационно-эпидемиологического анализа позволяют предположить, что радиационный фактор является одним из пусковых механизмов развития одноузлового зоба. Роль ионизирующего излучения в развитии различных патологических состояний щитовидной железы неоднозначна. С этих позиций диффузное увеличение щитовидной железы можно рассматривать как своего рода защитную реакцию щитовидной железы.*

**Ключевые слова:** щитовидная железа, поглощённая щитовидной железой доза, средняя доза, одноузловой зоб.

*In retrospective cohort study the frequency of thyroid nodular pathology has been estimated in 2916 people who were exposed to radiation in childhood and adolescence. The average absorbed thyroid dose is 1350 mGy. The results of the radiation-epidemiological analysis allow to assume that radiation factor is one of the starting mechanisms of single-nodular goiter development. The role of ionizing radiation in development of various thyroid pathological conditions is ambiguous. From these positions thyroid diffuse goiter can be considered as some kind of protective reaction of a thyroid gland.*

**Key words:** thyroid gland, absorbed thyroid dose, average group dose, single-nodular goiter

### Введение

Радиоактивному воздействию в результате Чернобыльской катастрофы подверглась значительная часть территории Беларуси, причем в различные временные периоды поставарийной ситуации вклад отдельных радионуклидов в дозу облучения был неодинаков. Самый существенный вклад в дозу внутреннего облучения в раннем периоде аварии внес йод-131. Во время аварии на ЧАЭС в атмосферу поступили радионуклиды йода, включая и короткоживущие, активность йода-131 составляла 1760 ПБк [1]. Радионуклиды йода явились причиной облучения щитовидной железы населения, проживающего на загрязнённой территории в апреле-мае 1986 г., в основном вследствие поступления в организм человека с пищевыми продуктами: преимущественно с молоком, молочными продуктами и листовой зеленью; а также с вдыхаемым воздухом. Это привело к резкому возрастанию заболеваемости щитовидной железы у различных возрастных категорий населения Беларуси.

Наиболее надежные оценки доз облучения щитовидной железы могут быть получены на основе прямых измерений активности радионуклида в организме человека. Во время так называемого «йодного периода» инструментальные измерения мощности дозы над щитовидной железой были произведены для ограниченного числа людей, что позволило реконструировать индивидуальные дозы для 130 тысяч человек, включая 39 тысяч детей и подростков. Однако проведенный анализ имеющихся количественных и качественных данных прямых измерений мощностей доз над ЩЖ, выполненных в мае-июне 1986 года для ограниченной части населения, показал необходимость использования также и альтернативных методов расчета доз от инкорпорированного <sup>131</sup>I. Для оценки доз, полученных большинством населения, подвергшегося йодному удару в первые дни после аварии на территории Республики Беларусь, была разработана специальная методика, в основу которой положено радиоэкологическое моделирование переноса радионуклидов из окружающей среды по пищевым цепям к человеку в зависимости от времени [2,3]. Такой подход с уче-

том метаболических процессов позволил реконструировать дозы облучения ЩЖ [4].

### Материалы и методы

Была сформирована выборка из 2916 лиц, имеющих данные по индивидуальным поглощённым дозам облучения щитовидной железы (ЩЖ), основанные на прямых измерениях гамма-излучения над ЩЖ в мае-июне 1986 года и верифицированные по радиоэкологической модели.

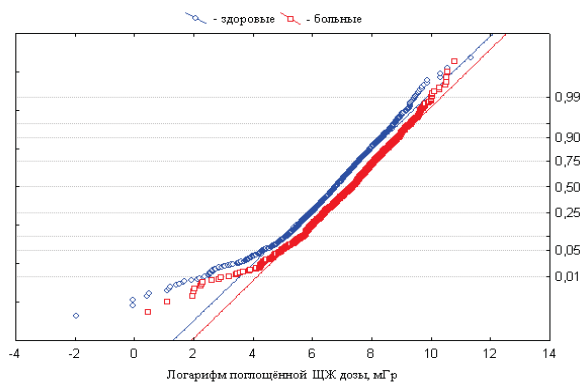
Из них в результате наблюдения с 1986 по 2004 было сформирована когорта из 1233 человек с патологией ЩЖ, причём 247 из них выставлен окончательный диагноз одноузлового зоба. Кроме того, у 843 лиц из 1233 установлен первичный диагноз диффузного зоба. За 18-летний период у 130 человек с первичным диагнозом диффузного зоба была установлена другая патология щитовидной железы. На конец 2004 года из этих 130 лиц с первичным диагнозом диффузного зоба было зарегистрировано 70 лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба.

С целью установления причинной связи заболеваний ЩЖ с дозой облучения был проведен статистический анализ поглощённых доз внутреннего облучения ЩЖ групп лиц с установленным диагнозом одноузлового зоба.

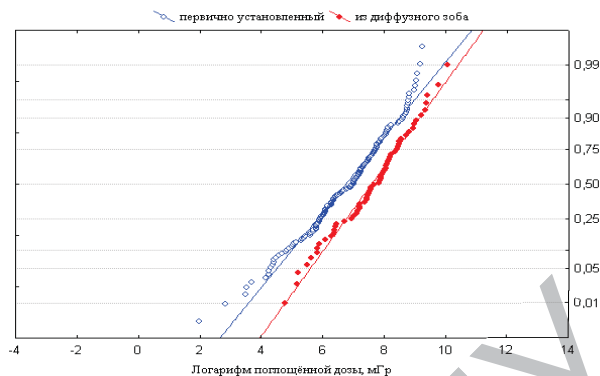
### Результаты и обсуждение

Было проведено сравнение поглощённых доз облучения ЩЖ и возрастов на момент аварии для группы здоровых и когорты с выявленными заболеваниями ЩЖ. Как видно из данных таблицы 1 и на рисунке 1, группа здоровых и когорта с выявленными заболеваниями ЩЖ значительно различаются по среднему значению поглощённой дозы облучения ЩЖ. Среднее значение поглощённой дозы облучения ЩЖ у лиц с патологией в 1,6 раза выше, чем у группы здоровых. Средний возраст на момент аварии у лиц с патологией в 1,1 раза ниже, чем у здоровых.

Как видно на рисунке 1, эмпирические распределения поглощённых доз облучения ЩЖ в обоих случаях практически параллельны, стандартные геометрические отклонения – 3,2 и 3,3, соответственно.



**Рисунок 1 - Интегральные распределения поглощённой дозы облучения ЩЖ для группы здоровых и лиц с выявленными заболеваниями ЩЖ**



**Рисунок 2 - Интегральные распределения поглощённой дозы облучения ЩЖ групп лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба и лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба из диффузного зоба**

Достоверность различий оценивали по критерию Манна-Уитни для сравнения выборок, не подчиняющихся закону нормального распределения.

Было проведено сравнение поглощённых доз облучения ЩЖ и возрастов на момент аварии для группы лиц с диагнозом первично установленного одноузлового зоба и лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба. Как видно из данных таблицы 2 и на рисунке 2, группа лиц с диагнозом первично установленного одноузлового зоба и группа лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба значительно различаются по среднему значению поглощённой дозы облучения ЩЖ. Среднее значение поглощённой дозы облучения ЩЖ у лиц с окончательным диагно-

зом одноузлового зоба из диффузного зоба в 1,3 раза выше, чем у лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба. Средний возраст на момент аварии у лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба из диффузного зоба в 1,2 раза ниже, чем у лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба.

Как видно на рисунке 2, эмпирические распределения поглощённых доз облучения ЩЖ в обоих случаях практически параллельны, стандартные геометрические отклонения – 3,1 и 2,9, соответственно.

Был проведен статистический анализ поглощённых доз облучения ЩЖ лиц с диагнозом одноузлового зоба по возрастным группам: 0-3, 4-10, >11 лет.

Как видно из данных таблицы 3, три возрастные группы с первично установленным диагнозом одноузлового зоба значительно различаются по среднему значению поглощённой дозы облучения ЩЖ. Средние значения поглощённой дозы облучения ЩЖ у лиц трёх групп соотносятся как 4,6 : 1,8 : 1. Средний возраст на момент аварии у лиц трёх групп соотносятся как 1 : 4 : 8.

Как видно из данных таблицы 4, три возрастные группы с окончательным диагнозом одноузлового зоба значительно различаются по среднему значению поглощённой дозы облучения ЩЖ. Средние значения поглощённой дозы облучения ЩЖ у лиц трёх групп соотносятся как 4,8:2,1:1. Средний возраст на момент аварии у лиц трёх групп соотносятся как 1:3,5:7,3.

Был проведен сравнительный анализ поглощённых доз облучения ЩЖ у лиц с первично ус-

**Таблица 1 – Сравнение группы здоровых и когорты с выявленными заболеваниями ЩЖ по средним значениям поглощённой дозы облучения ЩЖ и возрасту на момент аварии**

	Здоровые			Больные			p
	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	
Возраст на момент аварии	1683	8,1	7,8 – 8,9	1233	7,4	7,1 – 7,7	0,002
Поглощённая доза, мГр		1778,9	1619,1 – 1938,7		2839,9	2592,0 – 3086,9	0,000

**Таблица 2 – Сравнение групп с первично установленным диагнозом одноузлового зоба и с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, по средним значениям поглощённой дозы облучения ЩЖ и возрасту на момент аварии**

	Первично установленный одноузловой зоб			Одноузловой зоб, развившийся из диффузного зоба			p
	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	
Возраст на момент аварии	177	9,3	8,5 – 10,2	70	8,0	6,7 – 9,3	0,09
Поглощённая доза, мГр		2609,9	1934,3 – 3285,5		3257,4	2861,2 – 42353,6	0,17

**Таблица 3 – Сравнение групп с первично установленным диагнозом одноузлового зоба по средним значениям поглощённой дозы облучения ЩЖ и возрасту на момент аварии по возрастным группам**

	0-3 лет (1)			4-10 лет (2)			> 11 лет (3)			p
	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	
Возраст на момент аварии	49	1,9	1,6 – 2,2	48	7,83	7,2 – 8,5	79	14,81	14,4 – 15,2	$P_{12}=0,000$ $P_{23}=0,000$ $P_{13}=0,000$
Поглощённая доза, мГр		5420,7	3453,9 – 7387,5		2127,0	1334,2 – 3119,9		1173,7	772,6 – 1574,8	$P_{12}=0,002$ $P_{23}=0,020$ $P_{13}=0,000$

**Таблица 4 – Сравнение групп с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, по средним значениям поглощённой дозы облучения ЩЖ и возрасту на момент аварии по возрастным группам**

	0-3 лет (1)			4-10 лет (2)			> 11 лет (3)			p
	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	Кол-во	Среднее	ДИ	
Возраст на момент аварии	24	2,04	1,5 – 2,6	25	7,08	6,3 – 7,9	23	14,90	13,4 – 15,5	$P_{12}=0,000$ $P_{23}=0,000$ $P_{13}=0,000$
Поглощённая доза, Гр		5675,8	2691,5 – 6659,0		2439,3	1215,0 – 3663,6		1190,8	624,3 – 3887,7	$P_{12}=0,050$ $P_{23}=0,120$ $P_{13}=0,160$

тановленным диагнозом одноузлового зоба и у лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, в соответствующих возрастных группах: 0-3, 4-10, >11 лет.

На рисунках 3-5 представлены интегральные распределения поглощённых доз облучения ЩЖ групп с первично установленным диагнозом и с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, по возрастным группам.

Очевидно, что одноузловой зоб реализуется из диффузного зоба при более высоких поглощённых дозах облучения ЩЖ, чем самостоятельно развившийся. Эта тенденция наблюдается для всех возрастных групп, что хорошо иллюстрируют рисунки 3-5.

Был проведен анализ возраста пациентов на момент заболевания (установления диагноза) в каждой из групп. Средний возраст когорты из 1233 человек с патологией ЩЖ составил 18,5 лет. В таблице 5 представлены средние значения возраста на момент заболевания в каждой из исследуемых групп пациентов с диагнозом одноузлового зоба.

**Таблица 5** – Средний возраст на момент установления диагноза одноузлового зоба в исследуемых группах

Группа	Кол-во, чел.	Средний возраст, лет	ДИ	<i>p</i>
Все	247	22,4	15,3 – 30,4	
0-3 (1)	73	14,9	13,3 – 17,0	$P_{12}=0,001$
4-10 (2)	73	21,5	18,3 – 24,6	$P_{23}=0,002$
> 11 (3)	101	28,3	25,3 – 31,1	$P_{13}=0,000$

Как видно из данных таблицы 5, средние значения возраста на момент заболевания одноузловым зобом в трёх возрастных группах значимо различимы. Среднее значение возраста на момент заболевания в трёх группах достоверно различается по критерию Манна-Уитни с указанным уровнем значимости.

Кроме того, среднее значение возраста на момент заболевания одноузловым зобом, развившимся из диффузного зоба, несколько ниже, т.е. одноузловой зоб, развившийся из диффузного зоба, реализовался в более «молодом» возрасте, чем первично установленный одноузловой зоб.

Причём, средний возраст на момент заболевания в возрастных группах на момент аварии 4-10 и > 11 лет достоверно ниже у лиц с одноузловым зобом, развившимся из диффузного зоба, чем у лиц с первично установленным. Для группы 0-3 наблюдается обратное.

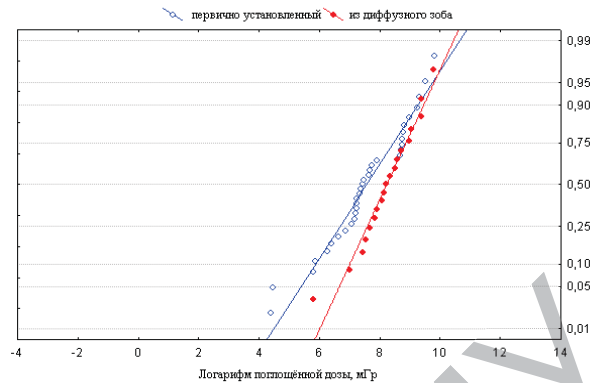
Анализ средних значений возраста на момент заболевания одноузловым зобом показал значимое различие в соответствующих двух возрастных группах: 0-3 и > 11 лет, в группе же 4-10 лет значимого различия по среднему возрасту не выявлено. Возможно, это связано со статистически недостаточным количеством данных.

**Заключение**

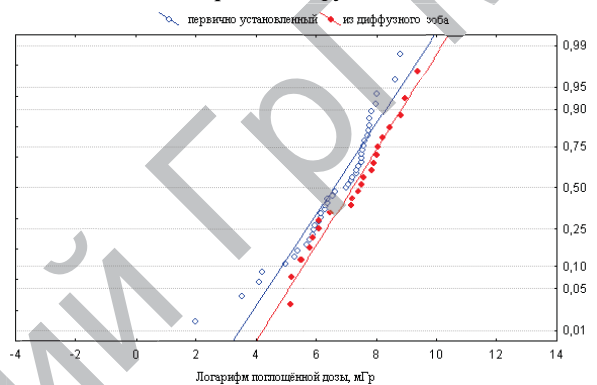
Анализируя данные, полученные при исследовании когорты лиц, облученных в детском и подростковом возрасте, можно предположить, что радиационный фактор является одним из пусковых механизмов развития одноузлового зоба. Причем, действие ионизирующего излучения на развитие различных патологических состояний щитовидной железы неоднозначно. С этих позиций диффузное увеличение щитовидной железы можно рассматривать как своего рода защитную реакцию щитовидной железы.

**Литература**

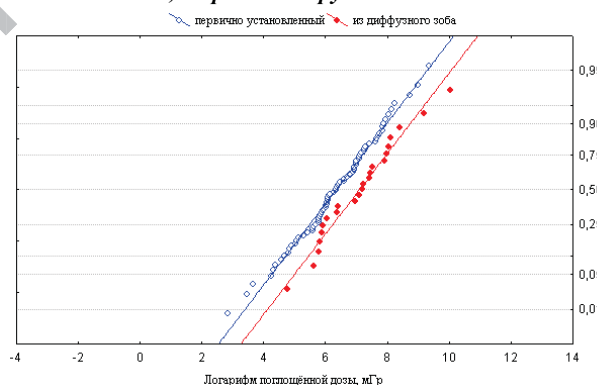
1. Кенигсберг, Я.Э. Облучение населения Беларуси в результате аварии на Чернобыльской АЭС / Я.Э. Кенигсберг, Ю.Е. Крюк // Сб. докладов Международной конференции “Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пост-



**Рисунок 3** - Интегральные распределения поглощённой дозы облучения ЩЖ лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба и лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, возрастной группы 0-3 года



**Рисунок 4** - Интегральные распределения поглощённой дозы облучения ЩЖ лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба и лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, возрастной группы 4-10 лет



**Рисунок 5** - Интегральные распределения поглощённой дозы облучения ЩЖ лиц с первично установленным диагнозом одноузлового зоба и лиц с окончательным диагнозом одноузлового зоба, развившегося из диффузного зоба, возрастной группы > 11 лет

радавших регионов” 19-21 апреля 2006, Часть III, Минск, – С. – 79-87.

2. Реконструкция дозы излучения радионуклидов йода в щитовидной железе жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году: Методические указания МУ 2.6.1.1000-00// М.И. Балонов и др., Москва, 2001.

3. Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы жителей населенных пунктов Республики Беларусь: Методические указания // Миненко В.Ф., Третьякевич С.С., Трофимчик С.В., Кухта Т.С., Крюк Ю.Е. – Минск, 2002.

4. BelAm and UkrAm thyroid dosimetrists 3 April 2002. Estimation of thyroid doses for the subjects who were screened for the first time in the BelAm and UkrAm projects. Description of the joint methodology.

Поступила 31.03.09