

РАЗДЕЛ 3

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Динамика морфофункционального состояния щитовидной железы у внутриутробно облученных детей из юго-западного региона Калужской области в течение первого десятилетия после чернобыльской аварии

**Цыб А.Ф., Матвеев Е.Г., Горобец В.Ф.,
Боровикова М.П., Темникова Е.И., Горобец Н.Я.**

Медицинский радиологический научный центр РАМН, Обнинск;
Департамент здравоохранения и лекарственного обеспечения
Правительства Калужской области, Калуга

Целью работы явилось изучение в динамике морфофункционального состояния щитовидной железы (ЩЖ) у проживающих в наиболее загрязненных радионуклидами Жиздринском, Ульяновском и Хвостовичском районах Калужской области детей, которые в "радийодном периоде" после аварии на Чернобыльской АЭС (май-июль 1986 г.) находились на разных стадиях внутриутробного развития. Представлены результаты наблюдения в течение 1-го десятилетия после чернобыльской аварии за состоянием ЩЖ у 255 детей, облученных *in utero*. Основные выводы: 1). При ежегодном мониторинге состояния здоровья детей из умеренно эндемичного по зубу юго-западного региона Калужской области, облученных внутриутробно в результате чернобыльской аварии, наиболее высокая заболеваемость зобной болезнью (до 26% от числа обследованных) к концу первого десятилетия после чернобыльской аварии наблюдалась в группе лиц, у которых "радийодный период" пришелся на этап позднего органогенеза (28-40 нед. гестации), когда ЩЖ плода способна наиболее активно захватывать радиойод, поступающий из материнского организма через плаценту. Эти дети, кроме того, могли получить дополнительное облучение ЩЖ и после рождения, так как первые недели их постнатальной жизни пришлись на "радийодный период". 2). По данным динамических исследований содержания в крови гормонов гипоталамико-тиреоидной системы, у наблюдавшихся облученных *in utero* детей, проживающих в зоне умеренной зобной эндемии, в целом к концу первого десятилетия после аварии отмечено некоторое уменьшение средних величин концентрации тироксина и повышение среднего уровня тиротропина, что может указывать на определенную тенденцию к снижению гормонообразовательной функции щитовидной железы.

Dynamics of the morphological and functional state of thyroid *in utero* irradiated children from the south-west part of the Kaluga region during the first ten years after the Chernobyl accident

**Tsyb A.F., Matveenko E.G., Gorobets V.F.,
Borovikova M.P., Temnikova E.I., Gorobets N.Ya.**

Medical Radiological Research Center of RAMS, Obninsk;
Health Department of the Government of the Kaluga region, Kaluga

The purpose of the article is the study of temporal variations of the morphological and functional state of the thyroid in children living in the most contaminated with radionuclides of Zhizdrinsky, Ulyanovsky and Khaslovichsky rayons of the Kaluga region and exposed to radiation *in utero* during the "radioiodine period" following the accident at the Chernobyl NPP (May-July 1986). Results of the first decade follow-up of the thyroid of 255 children exposed *in utero* are discussed. Main conclusions: 1) To the end of the decade goitre was found in about 26% of subjects exposed to radioiodine during late stage of organogenesis (28-40th week of gestation), at that stage the thyroid actively captures radioiodine penetrating the placenta. Additional irradiation of the thyroid can be after the birth, because first weeks of the life run during the "radioiodine period". 2) Certain drop of average concentration of thyroxine and growth of thyrotropine level was observed to the end of the decade of follow-up. There can be certain trend towards increase of hormones synthesis by the thyroid.

Среди последствий чернобыльской аварии, касающихся здоровья людей, наиболее значимыми явились изменения в состоянии щитовидной железы (ЩЖ), что было обусловлено наличием в радиоактивных выбросах радионуклидов йода, избирательно накапливающихся в этом органе. В России так называемому "радиойодному удару" в первые 2-3 месяца после аварии в наибольшей степени подверглись отдельные районы Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей. В этих областях в девятидесятых годах наблюдается существенное повышение заболеваемости раком ЩЖ среди лиц, подвергшихся внутреннему облучению радиоизотопами йода в детском и подростковом возрасте (1968-1986 гг. рождения) [9, 17].

Период, когда радиоактивный ^{131}I находился в окружающей среде и мог попасть в организм людей (вначале ингаляционным путем, а затем по пищевым цепочкам), исходя из периода полураспада этого радионуклида (8,04 суток [3]), в Калужской области пришелся на май-июль 1986 года [7]. В это время часть детей была облучена на антенатальном этапе онтогенеза в различные сроки внутриутробного развития, поскольку, как известно, радиоактивный йод, инкорпорированный матерью, как и другие радиоактивные вещества, может попадать в организм плода из материнского организма через плаценту [6].

Проблема изучения последствий внутриутробного облучения человеческого организма имеет очень важное теоретическое и практическое значение, поскольку установленным радиобиологическим фактом является более высокая радиочувствительность быстро растущих тканей, в которых происходит большое количество клеточных делений, что характерно для внутриутробного этапа развития [6, 20].

Дозы облучения, полученные в результате чернобыльской аварии большинством детей в антенатальном периоде, можно отнести к категории малых доз. Об их биологической опасности существуют противоречивые суждения, что проявляется в представлениях о гормезисе (благоприятном влиянии малых доз), адаптивном ответе (уменьшении эффективности облучения в большой дозе при предварительном облучении в малых дозах), апоптозе (особом феномене ранней радиационной гибели клеток), стимуляции пролиферации, радиационном канцерогенезе и др. [2, 8, 10, 15, 18, 19, 22]. Как известно, МКРЗ и РНКРЗ для целей нормирования в своих рекомендациях исходят из концепции беспорогового действия радиации. В соответствии с этой гипотезой, ионизирующие излучения в любой дозе, отличной от нуля, приводят к росту числа злокачественных новообразований и генетических нарушений [5]. В частности, с этим связывают опасность повышения радиационного фона Земли [1]. Значительный прирост заболеваний злокачественными опухолями среди детей, подвергшихся внутриутробному облучению, отмечен в материалах НКДАР ООН [21].

При инкорпорации радионуклидов облучение органов и тканей, как правило, носит неравномерный характер, не только на уровне организма, но и в отдельных органах, вследствие неравномерного

микрораспределения радионуклидов в тканях. Локальные дозы могут существенно превышать среднетканевые, по которым оценивают эффективную дозу и опасность облучения. По-видимому, этот фактор может существенно влиять на обусловленные воздействием ионизирующей радиации биологические эффекты [1], в том числе и при облучении *in utero*.

Приведенные данные показывают очевидность того факта, что для человека радиационное излучение особенно опасно во внутриутробном периоде, когда процессы клеточного деления в организме проходят чрезвычайно бурно, а его защитные системы еще не сформированы. Вместе с тем, как видно даже из представленного небольшого обзора литературы, не до конца ясно значение облучения организма малыми дозами ионизирующих излучений, в том числе в антенатальном периоде. Поэтому в последнее время проблема влияния внутриутробного облучения организма человека малыми дозами радиации привлекает пристальное внимание исследователей [12, 13].

Целью настоящей работы явилось изучение в динамике морфофункционального состояния ЩЖ у проживающих в наиболее загрязненных радионуклидами Жиздринском, Ульяновском и Хвостовичском районах Калужской области детей, которые в "радиойодном периоде" после аварии на Чернобыльской АЭС (май-июль 1986 г.) находились на разных стадиях внутриутробного развития.

Материал и методы

Здесь представлены результаты наблюдения в течение 1-го десятилетия после чернобыльской аварии за состоянием ЩЖ у 255 детей, облученных *in utero*. Они были разделены на 3 группы в соответствии с тем, на какой этап их внутриутробного развития [3] пришелся "радиойодный период". Первая (1-я) группа (54 человека, родившиеся в период с 7.03.1987 г. по 26.04.1987 г.) - облучены ^{131}I в эмбриональном периоде (0-8 нед. беременности); вторая (2-я) группа (78 человек, родившиеся в период с 19.10.1986 г. по 29.11.1986 г.) - облучены на этапе раннего органогенеза (9-28 нед. беременности). У лиц третьей (3-й) группы (123 человека, родившиеся в период с 26.04.1986 г. по 20.07.1986 г.) "радиойодный период" пришелся на этап позднего органогенеза (29-40 нед. беременности).

Проводился ежегодный мониторинг состояния здоровья детей из наблюдаемой популяции. Обследование включало: врачебный осмотр эндокринолога и педиатра, ультразвуковое исследование ЩЖ и регионарных лимфоузлов (с трех-четырехлетнего возраста), радиоиммунологический анализ содержания в крови тиротропина (ТТГ), тироксина (Т₄), трийодтиронина (Т₃), тиреоглобулина и антител к нему.

Определяли также аутоантитела к микросомальной фракции тиреоцитов с помощью иммунологической методики на основе реакции пассивной гемагглютинации [11]. Проводили необходимые клинико-лабораторные исследования (общий анализ крови, анализ мочи, отдельные биохимические тесты). По показаниям выполняли пункционную

тонкоигольную аспирационную биопсию тиреоидной ткани с последующим цитологическим исследованием биоптатов. При необходимости детей с патологией ЩЖ госпитализировали в центральные районные больницы, областную больницу или в клинику МРНЦ РАМН для более углубленного обследования и лечения.

При радиоиммунологических анализах содержания в сыворотке крови обследованных гормонов за нормальный уровень исследуемых показателей принимали их средние величины (в качестве группового норматива) и диапазон между их крайними значениями (как норматив для индивидуальных данных) в контрольных группах (референтный контроль), которые приведены в инструкциях для пользователей соответствующих тест-наборов ("ELSA 2-TSH" производства международной фирмы "CIS bio international" для определения ТТГ; "рио-ТЗ-ПГ" и "рио-Т4-ПГ" белорусского производства для определения соответственно ТЗ и Т4).

Во всех выделенных по указанному выше алгоритму группах количество мальчиков и девочек было примерно одинаковым, поэтому исследуемые показатели анализировали без разделения обследуемых по половой принадлежности.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены показатели распространенности в 1986-1995 гг. среди наблюдавшихся облученных внутриутробно детей диффузного зоба.

Как видно, во всех группах детей отмечалось постепенное увеличение распространенности зоба за период наблюдения. Это различие статистически значимо: вероятность отсутствия разницы между уровнями 1986-1987 гг. и 1995 г. $p < 0,05$; $< 0,01$ и $< 0,001$, соответственно для 1-й, 2-й и 3-й групп. Более всего за период наблюдения выросло относительное количество больных в 3-й группе - почти в 2 раза выше, чем в остальных.

Интерпретируя эти данные, следует принять во внимание тот факт, что нами, совместно с сотрудниками обнинского НПО "Тайфун" [16], было показано наличие умеренной эндемичности по зобу в районах проживания обследованных детей вслед-

ствие недостатка йода и дисбаланса других микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания. Это, по-видимому, и является основной причиной роста распространенности диффузного зоба среди обследованных.

Вместе с тем, более высокий уровень заболеваемости в 3-й группе, очевидно, связан с тем, что на этапе позднего органогенеза, как было показано [4, 6], ЩЖ плода может захватывать радиоiod, поступающий в организм матери, в большей степени, чем на более ранних этапах внутриутробного развития, и таким образом подвергаться большему локальному облучению.

Кроме того, рождение детей из этой группы происходило в течение первых трех месяцев после чернобыльской аварии (с 26.04.1986 г. по 20.07.1986 г.), т.е. как раз в "радиодный период", следовательно, они могли инкорпорировать радиоактивный йод и после рождения, подвергаясь дополнительному облучению. Таким образом, на наш взгляд, совместное действие на ЩЖ у лиц из 3-й группы йодной недостаточности и более высокого уровня локального радиационного облучения и обуславливают у них большую распространенность зоба к концу первого десятилетия после чернобыльской аварии.

В таблице 2 представлены результаты динамики средних уровней ТТГ, ТЗ и Т4 в течение 1-го десятилетия после аварии у обследованных из числа всех 255 детей, облученных in utero, данные которых включены в настоящую разработку (гормональные исследования были проведены примерно у половины из них).

При сравнении между собой средних групповых показателей уровней ТТГ, ТЗ и Т4 в пределах каждого отдельного года обследования между ними не было выявлено статистически значимых групповых различий, что позволяет оценивать динамику указанных показателей в течение наблюдаемого периода, объединив представителей всех трех групп вместе. Тем более, что, как видно из таблицы 2, тенденции изменений во времени средних групповых уровней определявшихся гормонов гипоталамико-тиреоидной системы во всех трех группах были аналогичными.

Таблица 1
Распространенность диффузного зоба в 1986-1995 гг. среди облученных внутриутробно детей из 3-х наиболее загрязненных радионуклидами районов Калужской области

Группы пациентов (*)	1986-1987 год (**)			1991 год			1995 год (***)		
	К-во обсл.	К-во б-ных	% б-ных	К-во обсл.	К-во б-ных	% б-ных	К-во обсл.	К-во б-ных	% б-ных
1-я гр.	49	0	0	40	3	7,50	26	4	15,38
2-я гр.	65	0	0	37	3	8,11	35	5	14,29
3-я гр.	96	0	0	64	8	12,50	50	13	26,00
Всего	210	0	0	141	14	9,93	111	22	19,82

(*) - порядок разбивки пациентов на группы изложен в тексте;

(**) - часть пациентов родились в начале 1987 г.;

(***) - данные по Ульяновскому району представлены за 1994 г.

Таблица 2

Уровни тиротропина (ТТГ, мЕд/л), тироксина (Т4, нмоль/л), трийодтиронина (Т3, нмоль/л) в 1986-1995 гг. у облученных in utero детей из Жиздринского, Ульяновского и Хвастовичского районов Калужской области (*)

Группы обсл. (**)	Гормоны	1986-1987 год			1991 год			1995 год (***)		
		К-во обсл.	М	±m	К-во обсл.	М	±m	К-во обсл.	М	±m
1-я	ТТГ	20	2,09	0,33	16	1,22	0,15	17	1,92	0,16
	Т3	2	2,52	0,31	20	1,91	0,08	16	2,19	0,09
	Т4	5	119,1	3,50	20	113,5	3,62	16	115,7	5,51
2-я	ТТГ	34	1,48	0,26	26	1,46	0,11	24	2,25	0,24
	Т3	4	2,43	0,35	28	1,85	0,08	25	2,16	0,07
	Т4	6	131,0	8,99	26	118,0	3,85	23	115,2	5,42
3-я	ТТГ	88	1,90	0,16	46	1,41	0,10	59	2,01	0,12
	Т3	6	2,12	0,26	50	1,85	0,06	61	2,15	0,06
	Т4	9	110,3	9,75	51	123,7	2,48	59	112,9	2,80
Все группы	ТТГ	142	1,82	0,12	88	1,39	0,07	100	2,05	0,09
	Т3	12	2,29	0,17	98	1,86	0,04	102	2,16	0,04
вместе	Т4	20	118,7	5,40	97	120,1	1,85	98	113,9	2,27

(*) - данные референтного контроля - для ТТГ (из инструкции по использованию тест-набора "ELSA 2-TSH"): n=270, среднее значение = 0,83 mIU/l (ошибка среднего не приведена), крайние значения: 0,20-3,50 mIU/l; для Т3 (из инструкции по использованию тест-набора "рио-Т3-ПГ"): n=30, M±m = 1,72±0,05 нмоль/л, крайние значения: 1,17-2,18 нмоль/л; для Т4 (из инструкции по использованию тест-набора "рио-Т4-ПГ"): n=120, M±m = 97,0±1,7 нмоль/л, крайние значения: 62-141 нмоль/л;

(**) - порядок разбивки пациентов на группы изложен в тексте;

(***) - данные по Ульяновскому району представлены за 1994 г.

Как видно из результатов, представленных в трех последних строках таблицы 2, динамика средних концентраций в крови ТТГ и Т3 у всех обследованных была однотипной: в 1991 году их уровни снижались по сравнению с данными исходного года (1986 г. или для части лиц - 1987 г.). Это снижение достоверно: $p < 0,01$ - для ТТГ и $p < 0,05$ - для Т3. Затем к 1995 году средние уровни этих гормонов повысились по сравнению с данными 1991 года до значений, не отличающихся статистически от их величин в 1986-1987 гг. Различие между их содержанием в 1991 г. и в 1995 г. достоверно: $p < 0,001$ и для ТТГ, и для Т3.

Что касается динамики средней концентрации в крови у обследованных тироксина (Т4), то этот показатель в течение первого пятилетия после аварии не претерпел существенных изменений (различие между уровнями 1986-87 гг. и 1991 г. не достоверно), а к концу второй пятилетки наметилась тенденция к его снижению (различие между его уровнями в 1991 г. и в 1995 г. статистически значимо: $p < 0,05$).

Синхронные изменения уровней ТТГ и Т3 могут, скорее всего, носить характер адаптационных приспособительных реакций гипоталамо-тиреоидной системы в ответ на воздействие неблагоприятных экологических (йодная недостаточность и дисбаланс других микроэлементов, влияние ионизирующих излучений) и, возможно, социальных (резкие изменения во всем жизненном укладе, обусловленные и последствиями чернобыльской аварии, и проводимыми в стране реформами) факторов. Эти изменения отчасти напоминают те,

которые можно наблюдать у определенной категории людей (но не у всех) при психо-эмоциональном стрессе [14].

Динамика средних уровней Т4 указывает на то, что к концу первого десятилетия после аварии (и облучения ЩЖ in utero) в наблюдаемой популяции отмечается некоторое снижение функции ЩЖ. Возможно, с этим связано и то, что в 1995 году средний уровень ТТГ ($2,05 \pm 0,09$ мЕд/л) был даже несколько выше, чем в 1986-1987 гг. ($1,82 \pm 0,12$ мЕд/л), хотя это различие статистически не значимо.

Таким образом, несмотря на более высокую заболеваемость зобной болезнью среди обследованных представителей 3-й группы (у которых "радиодный период" пришелся на этап позднего органогенеза - 28-40 нед. гестации), в течение первого десятилетия после внутриутробного облучения не было выявлено существенных межгрупповых различий в функциональном состоянии гипоталамо-тиреоидной системы, что может указывать на определенный уровень ее компенсаторных возможностей.

Вместе с тем динамика средних уровней ТТГ и Т3 у обследованных облученных in utero детей показывает, что эти компенсаторные возможности имеют определенные границы, и давление неблагоприятных факторов (экологических, включая радиационный, социальных) может вызывать заметные колебания функционального состояния указанной системы, носящие, по всей видимости, адаптационно-приспособительный характер.

Динамика же средних концентраций Т4 в крови обследованных наводит на мысль о том, что к концу первого десятилетия после внутриутробного облучения у проживающих в условиях умеренной зобной эндемии детей компенсаторные механизмы в системе "гипофиз-щитовидная железа" начинают несколько ослабевать, что выражается в уменьшении среднего группового показателя уровня тироксина, указывающего на определенное (хотя пока и незначительное) снижение гормонообразовательной функции ЩЖ.

Необходимо отметить, что в течение первого десятилетия после чернобыльской аварии ни у одного из наблюдавшихся лиц, облученных внутриутробно в "радиойодном периоде", не был выявлен рак ЩЖ. Наиболее распространенной диагностической патологией был диффузный эутиреоидный зоб I и II степени. Помимо этого, были выявлены лишь единичные случаи с наличием узловых и кистозных образований в ЩЖ, с ее гипоплазией, с признаками аутоиммунного тиреоидита.

Учитывая длительный латентный период радиогенных солидных опухолей, составляющий в среднем от 5 до 15 лет (для опухолей различной локализации) [6, 17, 23], можно полагать, что дальнейшие эпидемиологические исследования среди населения, пострадавшего в результате чернобыльской аварии, дали бы возможность получить ценную информацию, касающуюся вопроса об онкологической опасности хронического облучения людей малыми дозами ионизирующей радиации, в том числе и при внутриутробном облучении. Поэтому очень важно продолжать широкомасштабные эпидемиологические исследования на территориях, затронутых последствиями чернобыльской катастрофы.

Выводы

1. При ежегодном мониторинге состояния здоровья детей из умеренно эндемичного по зобу юго-западного региона Калужской области, облученных внутриутробно в результате чернобыльской аварии, наиболее высокая заболеваемость зобной болезнью (до 26% от числа обследованных) к концу первого десятилетия после чернобыльской аварии наблюдалась в группе лиц, у которых "радиойодный период" пришелся на этап позднего органогенеза (28-40 нед. гестации), когда ЩЖ плода способна наиболее активно захватывать радио-йод, поступающий из материнского организма через плаценту. Эти дети, кроме того, могли получить дополнительное облучение ЩЖ и после рождения, так как первые недели их постнатальной жизни пришлось на "радиойодный период".

2. По данным динамических исследований содержания в крови гормонов гипофизарно-тиреоид-

ной системы, у наблюдавшихся облученных in utero детей, проживающих в зоне умеренной зобной эндемии, в целом к концу первого десятилетия после аварии отмечено некоторое уменьшение средних величин концентрации тироксина и повышение среднего уровня тиротропина, что может указывать на определенную тенденцию к снижению гормонообразовательной функции щитовидной железы.

Литература

1. **Булдаков Л.А., Василенко И.Я.** Радиобиологические основы малых уровней ионизирующих излучений //Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды (радиозэкологические и медико-биологические последствия катастрофы на ЧАЭС): Тезисы докладов. - Минск, 1998. - С. 31.
2. **Бурлакова Е.Б.** Современные достижения и нерешенные проблемы в радиобиологии //Третий съезд по радиационным исследованиям: Радиобиология, радиозэкология, радиационная безопасность: Тезисы докладов. - Пушино, 1997. - Т. 1. - С. 9-10.
3. **Гусев Н.Г., Дмитриев П.П.** Квантовое излучение радиоактивных нуклидов: Справочник. - М.: Атомиздат, 1977. - С. 139.
4. **Држевецкая И.А.** Эндокринная система растущего организма. - М.: Высшая школа, 1987.
5. **Кеирим-Маркус И.Б.** Новые сведения о действии на людей малых доз ионизирующего излучения - кризис господствующей концепции регламентации облучения? //Бюллетень ЦОИАЭ. - 1996. - № 8. - С. 33-37.
6. **Москалев Ю.И.** Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. - М.: Медицина, 1991.
7. **Орлов М.Ю., Сныков В.П., Хваленский Ю.А., Волочитин А.А.** Загрязнение почвы европейской части территории СССР ¹³¹I после аварии на Чернобыльской АЭС //Атомная энергия. - 1996. - Т. 80, Вып. 6. - С. 466-471.
8. **Пархоменко И.М., Граевская Е.Э., Гонсалес Г.М.** Адаптивный ответ как модель для изучения радиозащитного действия при облучении в малых дозах //Третий съезд по радиационным исследованиям: Радиобиология, радиозэкология, радиационная безопасность: Тезисы докладов. - Пушино, 1997. - Т. 1. - С. 159-160.
9. **Паршков Е.М., Шахтарин В.В., Цыб А.Ф., Степаненко В.Ф.** Проблема радиационно-индуцированных раков щитовидной железы у детей и подростков (Брянская область) //Медицинские аспекты влияния малых доз радиации на организм детей, подростков и беременных: Сб. научн. трудов. - Обнинск, Москва, 1994. - Вып. 2. - С. 201-207.
10. **Пелевина И.И., Афанасьев Г.Г., Алещенко А.В. и др.** Индуцированный радиацией адаптивный ответ у человека: распространенность, изменение в онтогенезе //Третий съезд по радиационным исследованиям: Радиобиология, радиозэкология, радиационная безопасность: Тезисы докладов. - Пушино, 1997. - Т. 1. - С. 160-161.
11. **Поверенный А.М., Шинкаркина А.П., Подгородниченко В.К. и др.** Иммунологические методы в эпидемиологическом мониторинге населения, подвергшегося радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Радиационная

- биология. Радиоэкология. - 1993. - Т. 33, Вып. 1(4). - С. 479-483.
12. Репродуктивное здоровье женщины и потомство в регионах с радиоактивным загрязнением (последствия аварии на ЧАЭС) /Под ред. М.В.Федоровой, В.И.Краснопольского, А.М.Лягинской. - М.: Медицина; Издат. дом "Парад", 1997.
13. **Сычик С.И., Синякова О.К.** Влияние изотопов радиоактивного йода чернобыльского выброса на рост и развитие внутриутробно облученных детей в отдаленные сроки после облучения //Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды (радиоэкологические и медико-биологические последствия катастрофы на ЧАЭС: Тезисы докладов. - Минск, 1998. - С. 235.
14. **Тигранян Р.А.** Гормонально-метаболический статус организма при экстремальных воздействиях. - М.: Наука, 1990.
15. **Цыб А.Ф., Матвеев Е.Г., Нестайко Г.В., Горобец В.Ф.** Радиогенный рак щитовидной железы //Мед. радиол. - 1993. - Т. 38, № 6. - С. 5-15.
16. **Цыб А.Ф., Матвеев Е.Г., Горобец В.Ф. и др.** Анализ состояния тиреоидной системы у детей, подростков и беременных женщин из загрязненных радионуклидами районов Калужской области по данным диспансерных осмотров в 1986-1993 годах //Радиация и риск. - 1994. - Вып. 4. - С. 47-66.
17. **Цыб А.Ф.** Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС //Мед. радиология и радиац. безопасность. - 1998. - Т. 43, № 1. - С. 18-23.
18. **Чудзевич Б.А., Пархомец Ю.П., Андрийчук Т.Р. и др.** Радиационно индуцированный апоптоз клеток иммунокомпетентных органов //Третий съезд по радиационным исследованиям: Радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность: Тезисы докладов. - Пушино, 1997. - Т. 1. - С. 136-137.
19. **Эйдус Л.Х.** О едином механизме инициации различных эффектов малых доз ионизирующих излучений //Третий съезд по радиационным исследованиям: Радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность: Тезисы докладов. - Пушино, 1997. - Т. 1. - С. 52.
20. **Ярмоненко С.П.** Радиобиология человека и животных. - М.: Высшая школа, 1988.
21. Genetic and Somatic Effects and Risks of Ionising Radiation/United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1988, Report to the General Assembly. - New York: United Nations, 1988.
22. Health consequences of the Chernobyl accident //Biennial Report of IARC 1994-1995. - Lyon, France, 1995. - P. 50-53.
23. Induction of Thyroid Cancer by Ionizing Radiation (NCRP Report N 80). - Bethesda, 1985.