

Гормональные предикторы болезней системы кровообращения у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС

Л. Б. Дрыгина

ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова»
МЧС России, Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Ведущее место в структуре соматической патологии ликвидаторов занимают болезни системы кровообращения. Ожирение, признаки астенизации, вегетососудистых расстройств, которые выявлялись при многочисленных исследованиях, позволяют предположить наличие гипогонадизма у этой категории пострадавших. Дефицит половых гормонов рассматривается в качестве важного звена формирования неинфекционных заболеваний, что и определило актуальность исследования.

Цель. Провести ретроспективную оценку изменения гормональных показателей эндокринной оси (гипофиз – половые гормоны) и оценить влияние частичного андрогенного дефицита на формирование болезней системы кровообращения в динамике обследования у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Материалы и метод. Гормональные показатели гипофизарно-гонадной эндокринной оси исследовались методом иммунохимического анализа у 1065 мужчин, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в 1986–1987 годах, объединенных в группы в зависимости от периода обследования с 1994 по 2019 год, и в контрольных группах. Средний возраст пациентов при въезде в чернобыльскую зону был 33,6 (0,8) года.

Результаты. Через 7 лет после аварии у ликвидаторов в 13,1% случаев выявляется дефицит половых гормонов, к 33 годам наблюдения доля таких пациентов увеличивается в 4,6 раза. Дефицит половых гормонов через 7 лет после аварии выявлен у мужчин относительно молодого возраста, корреляционной зависимости уровня тестостерона от концентрации гонадотропинов и пролактина не установлено. Достоверное по отношению к группе контроля повышение пролактина у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС сохраняется в течение 12 лет после аварии. Через 30–33 года после аварии у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС значимы возрастные изменения гормональных показателей, среди которых основной – частичный андрогенный дефицит.

Выводы. Выявляемый стойкий дисбаланс гормонов гипофизарно-гонадной эндокринной оси на момент 1994–1998 годов способствовал клинической манифестации болезней системы кровообращения у ликвидаторов – мужчин среднего возраста, клиническая симптоматика, с другой стороны, усугубляла разноплановые сдвиги в функционировании этой эндокринной оси регуляции. В более поздний период наблюдения к 30–33 годам после аварии снижение уровня андрогенов сопровождалось стойким ростом болезней системы кровообращения у ликвидаторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: болезни системы кровообращения, частичный андрогенный дефицит, тестостерон, индекс тестостерон/эстрадиол.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Hormonal predictors of circulatory diseases in liquidators of Chernobyl accident consequences

L. B. Drygina

All-Russian Centre for Emergency and Radiation Medicine n.a. A. M. Nikiforov, Saint Petersburg, Russia

SUMMARY

Relevance. Diseases of the circulatory system occupy a leading place in the structure of somatic pathology of liquidators. Obesity, signs of asthenization, vegetal vascular disorders, which were detected in numerous studies, suggest the presence of hypogonadism in this category of victims. Sex hormone deficiency is considered an important link in the formation of non-communicable diseases, which determined the relevance of the study.

The goal. To carry out a retrospective assessment of the change in the hormonal indicators of the endocrine axis of hypophysis-sex hormones and to assess the effect of partial androgen deficiency on the formation of circulatory diseases in the dynamics of the examination in the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident.

Materials and methods. Hormonal indicators of the pituitary-gonadal endocrine axis were investigated by immunochemical analysis in 1065 men involved in the aftermath of the Chernobyl accident in 1986–1987, combined into groups depending on the period of examination from 1994 to 2019 and in control groups. The average age of patients entering the Chernobyl zone was 33.6 (0.8) years.

Results. Seven years after the accident, liquidators in 13.1% cases show a shortage of sex hormones, by 33 years of follow-up, the proportion of such patients increases by 4.6 times. Sex hormone deficiency 7 years after the accident was revealed in men of relatively young age, the correlation of testosterone levels with the concentration of gonadotropins and prolactin has not been established. The increase in prolactin in the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident, reliable in relation to the control group, remains for 12 years after the accident. 30–33 years after the accident, participants in the elimination of the consequences of the Chernobyl accident have significant age-related changes in hormonal indicators, among which the main is partial androgen deficiency.

Conclusions. The persistent imbalance of hormones of the pituitary-gonadal endocrine axis at the time of 1994–1998 contributed to the clinical manifestation of circulatory diseases in liquidators – middle-aged men, clinical symptoms, on the other hand, aggravated diverse shifts in the functioning of this endocrine axis of regulation. In the later period of observation by 30–33 years after the accident, a decrease in androgen levels was accompanied by a steady increase in circulatory diseases in liquidators.

KEYWORDS: circulatory system diseases, partial androgen deficiency, testosterone, testosterone/estradiol index.

CONFLICT OF INTEREST. The author declares no conflict of interest.

Введение

Анализ заболеваемости у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС (ЛПА) в динамике наблюдения начиная с 1986 года свидетельствовал о лидирующей роли патологии сердечно-сосудистой системы, которая диагностировалась в более чем 50% случаев [9, 11]. Новыми обобщенными результатами исследования Национального радиационно-эпидемиологического регистра по оценке риска заболеваемости и смертности среди участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, опубликованными в 2021 году, на эпидемиологическом уровне доказано существование статистически значимых радиационных рисков в данной когорте пострадавших только для единственного класса соматических болезней – болезней системы кровообращения (БСК) [14].

Три десятилетия сотрудники Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова МЧС России (ВЦЭРМ) осуществляют мониторинг состояния здоровья ЛПА. Характерным для этой когорты пациентов – мужчин является выявление соматической патологии в относительно молодом возрасте и ее коморбидность начиная с 10 лет после аварии [11]. Наличие ожирения, признаков астенизации, вегетососудистых расстройств, которые установлены при многочисленных исследованиях, позволяет предположить у них дефицит половых гормонов, который является важным звеном формирования неинфекционных заболеваний.

В последней четверти XX века появился новый медицинский термин «частичный возрастной андрогенный дефицит» (partial androgen deficiency of aging men, PADAM), который связан со снижением содержания циркулирующего в крови тестостерона у мужчин относительно молодого возраста [12]. В группе пациентов с PADAM отмечается снижение либидо и эректильная дисфункция [13]. При PADAM у мужчин часто формируется висцеральное ожирение, нарушение липидного состава крови, инсулинорезистентность, снижение мышечной массы, уменьшение минеральной плотности костной ткани. На фоне метаболических изменений повышается риск развития атеросклероза, снижения минеральной плотности кости, сахарного диабета 2-го типа. Рядом авторов показана прямая связь между приведенной симптоматикой и снижением уровня тестостерона в крови [16]. Дефицит половых гормонов приводит к развитию сердечно-сосудистых заболеваний [17]. В обзорах В. В. Кашталапа (2016) и М. В. Зыкова (2018) убедительно показано, что андрогенный дефицит и развитие сердечно-сосудистых заболеваний являются взаимосвязанными процессами у мужчин [6, 8].

Цель исследования: провести ретроспективную оценку изменения гормональных показателей эндокринной оси «гипофиз – половые гормоны» и оценить влияние частичного андрогенного дефицита на формирование болезней системы кровообращения в динамике обследования ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

Материалы и методы

Гормональные показатели гипофизарно-гонадной эндокринной оси изучались методом сплошной выборки у 1065 мужчин, участвовавших в ликвидации последствий аварии

Таблица 1
Основные группы участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС

Группа	Период наблюдения, год	Количество (n), абс.
1	1994	570
2	1995	295
3	1998	85
4	2011	50
5	2019	65

на ЧАЭС в 1986–1987 годах, объединенных в группы в зависимости от периода обследования (табл. 1).

Через 8–12 лет после катастрофы обследовано 950 ЛПА, через 25–33 года – 115 человек. ЛПА 1–5 групп составили основные группы исследования, их средний возраст при въезде в чернобыльскую зону был 33,6 (0,8) года.

Контрольные группы составили мужчины аналогичного основным группам возраста, жители Санкт-Петербурга, которые не имели контакта с радиацией или другими профессиональными вредностями и находились на обследовании в клинике № 1 и клинике № 2 ВЦЭРМ.

Гормональные показатели у пациентов основных и контрольных групп определялись методом иммунохимического анализа. На период наблюдения 1994–1998 годов для определения лютеинизирующего гормона (ЛГ), фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), пролактина (Прл) были использованы иммуноферментные тест-системы cobasCore (Roche, Швейцария), тестостерона общего (То) «АлкорБио» (Россия), эстрадиола (E₂) Cortez (США) и оборудование фирмы BioMeruex (Франция). На период наблюдения 2011–2019 годов – хемилюминесцентные тест-системы и автоматический анализатор Immulite 2000 (США–Германия). Тестостерон свободный (Тсв) определяли с помощью тест-систем DRG (Германия). Правильность определения гормональных показателей проверялась по анализу проб независимого контрольного материала и участия в международных программах (Randox International Quality Assessment Scheme, RIQAS, Великобритания и BioRad, США).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программ Statistica 4.5, Statistica 6.1 (лицензия ВЦЭРМ до 31.12.2037) и Statistica 10.0. Для сравнения средних значений и медиан непрерывных показателей в двух группах наблюдения применяли дисперсионный анализ Фишера и ранговый критерий Манна – Уитни. Данные в тексте и таблицах представлены в виде $M \pm m$ (M – средняя арифметическая, m – стандартная ошибка среднего). Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро – Уилка. Значимость различий при парных сравнениях оценивали с помощью Т-критерия Вилкоксона – Коновалова и U-критерия Манна – Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В таблице 2 представлены результаты определения основных гормональных показателей гипофизарно-гонадной эндокринной оси у ЛПА при из динамическом наблюдении за 1994–1998 годы.

Показано достоверное повышение концентрации ЛГ, Прл, E₂ ($p < 0,05$) и тенденция к понижению уровня То ($p > 0,05$)

у ЛПА 1-й группы при сравнении с контрольной группой 1 (табл. 3). Расчетный индекс соотношения половых гормонов (T_o/E_2) $\times 100$ в этой группе наблюдения равен 13 и был достоверно ниже группы контроля – 15, что является одним из факторов риска развития БСК, в частности ишемической болезни сердца (ИБС). Надо отметить, что на период наблюдения ЛПА 1-й группы были в относительно молодом возрасте – 40,6 (0,8) года. Наиболее часто в 1-й группе ЛПА отмечали повышенный уровень Прл в сыворотке крови (25,9%), ФСГ (12,2%), а также понижение уровня T_o (13,1%). В основном повышение Прл и ФСГ наблюдалось у ЛПА с нормальными концентрациями T_o . При сниженном уровне тестостерона ниже референтной границы (10,1 нмоль/л) изменения гонадотропинов ЛГ и ФСГ были разнонаправленными при сравнении с границами референтной нормы для этих гормональных показателей. Так, у 4,9% обследованных ликвидаторов показано одновременное снижение уровня ЛГ и ФСГ, что является клинико-лабораторным признаком гипогонадизма. Компенсаторное повышение продукции гонадотропных гормонов (преимущественно ЛГ) при низком содержании T_o зарегистрировано только у 2,9% обследованных. Представляется, что установленный дисбаланс гормональных показателей у ЛПА 1-й группы через 7 лет после аварии является одним из сохраняющихся признаков экологической дезадаптации.

Характер изменения гормональных показателей у ЛПА 2-й группы при сравнении с контрольной группой 2 изменился. Достоверно высоким в этот период наблюдения (1995 год) остался только уровень Прл, частота гиперпролактинемии составила 20%. Соотношение T_o/E_2 у ЛПА было 14, достоверно ниже, чем в контроле – 16 ($p < 0,05$).

Обобщая результаты исследования уровней гормонов у ЛПА 3-й группы, можно констатировать, что выявленное ранее увеличение уровня Прл имело устойчивый характер вплоть до 1998 года наблюдения. Наиболее характерным оказалось и сохранение тенденции к понижению концентрации тестостерона у ликвидаторов при сравнении с контрольной группой и достоверно низкое значение индекса T_o/E_2 – 13 при контроле – 15 ($p < 0,05$). Вместе с тем выявлены достаточно значимые индивидуальные сдвиги некоторых гормональных показателей относительно границ референтных интервалов, а именно: повышение ФСГ более 13 МЕ/л – у 11,8%; повышение Прл более 598 мМЕ/л – у 20%; понижение T_o ниже 10,1 нмоль/л – у 16,5% из общего числа обследованных ликвидаторов 3-й группы. Достоверной корреляционной связи между концентрациями гонадотропных гормонов и уровнем тестостерона в сыворотке крови не установлено. При низком уровне тестостерона у ЛПА 3-й группы в некоторых случаях

мы могли наблюдать напряжение гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси, направленное на стимуляцию выработки T_o .

Анализ гормональных показателей у ЛПА 3-й группы был подтвержден результатами их клинического обследования: жалобы на нарушение половой функции предъявляли 20% ЛПА 3-й группы, диагноз «гипогонадизм» был верифицирован на основании анализа гормонов в 10,6% случаев. Средний возраст пациентов с гипогонадизмом составил 44,7 (1,2) года и не отличался от такового в группе ликвидаторов без гипогонадизма. Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными Н. Ф. Иваницкой (1995), которая также отмечала у ликвидаторов, только в более раннем периоде после аварии на ЧАЭС, нарушение синтеза половых гормонов (снижение тестостерона в периферической крови) [7]. Однако в исследовании Н. Ф. Иваницкой эти изменения, в отличие от полученных нами результатов, сопровождались повышением концентрации гонадотропных гормонов гипофиза. Данные, полученные И. И. Дедовым и соавт. (1995), которые наблюдали у 19–30% ликвидаторов снижение уровней ЛГ и ФСГ ниже границы референтных показателей при нормальном уровне тестостерона, не противоречат полученным нами результатам [1].

Основными нозологическими формами у ликвидаторов через 7–9 лет после аварии на ЧАЭС были болезни сердечно-сосудистой системы – 46,3% [2]. Преобладали в различных сочетаниях ишемическая болезнь сердца (ИБС), гипертоническая болезнь (ГБ) на фоне выраженных астенических и астенодепрессивных состояний, которые затрудняли диагностику БСК [5].

Учитывая выявляемый стойкий дисбаланс гормонов гипофизарно-гонадной эндокринной оси на момент 1994–1998 годов, можно сделать заключение о том, что клиническая манифестация соматических заболеваний у ликвидаторов (мужчин среднего возраста) в этот период наблюдения, с одной стороны, зависела, а с другой – усугубляла разноплановые сдвиги в функционировании этой эндокринной оси регуляции.

Через 11–12 лет после аварии доля сердечно-сосудистых заболеваний у ЛПА увеличилась до 61,5% [2]. Изменение структуры нозологических форм по БСК у ЛПА представлено в таблице 3.

Таким образом, наблюдаемый у ликвидаторов 1–3-й групп диссонанс между уровнем гормонов гипофиза в крови и содержанием гормонов периферической гонадной оси эндокринной регуляции через 7–12 лет после аварии сопровождался разнообразной соматической патологией, преобладали БСК с различным сочетанием ИБС и ГБ.

Таблица 2
Изменение гормональных показателей эндокринной оси гипофиз-половые гормоны у ЛПА через 7–12 лет после Чернобыльской аварии ($M \pm m$)

Год наблюдения / показатель, ед. изм.	1994		1995		1998	
	ЛПА, 1-я группа (n = 570)	Контроль, 1-я группа (n = 50)	ЛПА, 2-я группа (n = 250)	Контроль, 2-я группа (n = 50)	ЛПА, 3-я группа (n = 85)	Контроль, 3-я группа (n = 30)
ЛГ, МЕ/л	5,60 \pm 0,46*	4,58 \pm 1,44	4,98 \pm 0,91	4,58 \pm 1,44	4,17 \pm 0,87	4,73 \pm 0,89
ФСГ, МЕ/л	7,20 \pm 0,62	6,80 \pm 1,10	6,50 \pm 1,40	6,80 \pm 1,10	6,87 \pm 1,20	7,53 \pm 1,21
Прл, мМЕ/л	494,90 \pm 12,50*	329,70 \pm 12,90	450,00 \pm 17,50**	329,70 \pm 12,90	402,60 \pm 18,00 [^]	329,25 \pm 21,00
T_o , нмоль/л	15,07 \pm 1,50	17,11 \pm 2,21	16,40 \pm 1,30	17,11 \pm 2,21	16,12 \pm 1,61	17,31 \pm 1,65
E_2 , пмоль/л	117,60 \pm 0,75*	110,40 \pm 2,50	116,00 \pm 1,21**	110,40 \pm 2,50	119,50 \pm 0,44 [^]	115,90 \pm 3,40

Примечание: *, **, [^] – различия основных (1-я, 2-я, 3-я) и контрольных групп (1-я, 2-я, 3-я) достоверны ($p < 0,05$).

В более поздний период обследования (25–33 года после катастрофы) начинают доминировать гормональные изменения, связанные со старением организма ЛПА [4]. Феномен преждевременного старения, характерный для данной группы пострадавших, выявлен на основании комплексного исследования, выполненного во ВЦЭРМ, впервые описан в 2003 году [3] и подробно представлен в [10].

Концентрация общего тестостерона у ЛПА 4-й группы была достоверно ниже, чем у пациентов контрольной группы 4 (табл. 4). Наблюдалась тенденция к снижению концентрации Прл и ЛГ у ЛПА по отношению к группе контроля. Мы не выявили компенсаторного повышения гормонов гипофиза, направленного на нормализацию дефицита тестостерона общего.

В 2011 году появилась возможность проводить лабораторное определение не только уровня T_o , но и свободного тестостерона (биологически активного). Согласно рекомендациям [15], андрогенный дефицит у ЛПА 4-й группы оценивался по лабораторным показателям T_o менее 12,1 нмоль/л или $T_{св.}$ менее 21 пмоль/л, а не по нижней границе референтного интервала для T_o (10,1 нмоль/л), как это проводилось в более ранний период наблюдения за состоянием здоровья ЛПА.

Среди обследованных ликвидаторов 4-й группы дефицит половых гормонов (тестостерон общий – T_o и [или] тестостерон свободный [$T_{св.}$]) был выявлен во всех возрастных подгруппах пациентов (рис. 1).

У 40% ЛПА в возрасте до 50 лет наблюдалось снижение общего или свободного тестостерона, к 51–60 годам доля таких пациентов увеличилась на приблизительно на 10%, а у ЛПА старше 60 лет дефицит тестостерона был выявлен в 80% случаев.

Через 33 года после аварии у ЛПА 6-й группы средний показатель концентрации общего тестостерона в крови ($11,14 \pm 0,68$ нмоль/л) был близок к значению 12,10 нмоль/л, рекомендованному для выявления пациентов с PADAM.

У всех ЛПА 6-й группы была выявлена ГБ II или III степени, ИБС – в 83% (53) случаев, сахарный диабет 2-го типа – в 62% (40), первичный инфаркт миокарда – в 35% (22), у одного человека – вторичный (2%). Получена обратная корреляционная зависимость между уровнем тестостерона общего и индексом массы тела ($r = -0,38$; $p = 0,0453$).

За период наблюдения с 1994 до 2019 года за состоянием здоровья ЛПА доля пациентов со сниженными значениями тестостерона общего в крови увеличилась в 4,6 раза (табл. 5).

В результате проведенной работы установлено, что у части (13,1%) ЛПА наблюдается снижение концентрации циркулирующего в крови T_o в относительно молодом возрасте уже через 7 лет после аварии. Обычно для поддержания его уровня формируется комплекс компенсаторных реакций,

Таблица 3
Изменение структуры нозологических форм по болезням системы кровообращения у ЛПА, %

На момент	ИБС	ГБ
1994–1996 годы	29,7	44,8
1997–1998 годы	77,6	18,1

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца, ГБ – гипертоническая болезнь. Данные получены совместно с Е. Л. Струковым [9].

Таблица 4
Показатели состояния эндокринной оси «гипофиз – половые гормоны» у ликвидаторов через 25 лет после аварии на ЧАЭС, ($M \pm m$)

Показатели, ед. изм.	Контрольная группа 4 ($n = 30$)	4-я группа ($n = 50$)	p
ЛГ, МЕ/л	$4,23 \pm 0,59$	$3,48 \pm 0,33$	0,065
Прл, мМЕ/л	$327,00 \pm 17,90$	$260,00 \pm 16,20$	0,055
T_o , нмоль/л	$16,30 \pm 1,60$	$13,60 \pm 0,70$	0,045

Т0<math><12,1</math> или $T_{св.}<math><21</math>$

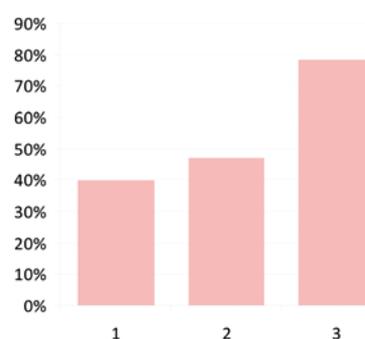


Рисунок 1.
Частота выявления ЛПА с андрогенным дефицитом по лабораторным показателям T_o менее 12,1 нмоль/л или $T_{св.}$ менее 21 пмоль/л.

Примечание:
1 – подгруппа ЛПА в возрасте до 50 лет ($n = 10$); 2 – подгруппа ЛПА в возрасте 51–60 лет ($n = 30$); 3 – подгруппа ЛПА старше 60 лет ($n = 10$).

затрагивающий гипоталамо-гипофизарную регуляцию. Пониженный уровень T_o стимулирует не только секрецию ЛГ, но ФСГ. Нами показано, что концентрации ЛГ и ФСГ у ЛПА с PADAM могут оставаться на уровне референтной нормы, что согласуется с данными ряда авторов [12].

Уменьшение концентрации андрогенов при снижении уровня T_o приводит к деградации андрогеновых рецепторов на клетках-мишенях. Компенсаторно при частичном андрогенном дефиците возрастает активность ряда ферментов, в том числе ароматазы. Стимуляция активности ароматазы сопровождается гиперплазией жировой ткани, содержащей этот фермент. Под влиянием ароматазы происходит образование нового стероида – эстрадиола, не обладающего андрогеной активностью, устойчивое повышение концентрации E_2 , мы наблюдали у ЛПА в динамике обследования, в результате чего индекс T_o/E_2 понижался. У обследованных нами ЛПА выявлялось ожирение, а в клетках жировой ткани – более высокая концентрация фермента ароматазы, и тестостерон превращается в эстрадиол. Увеличение уровней эстрадиола

Таблица 5
Динамика изменения уровня тестостерона общего у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС

Показатель	Годы обследования				
	1994	1995	1998	2011	2019
Число обследованных	570,00	295,00	85,00	50,0	65,00
Медиана возраста, лет	40,60	41,30	44,90	58,6	67,60
Концентрация T_o в крови, (нмоль/л, $M \pm m$)	$15,07 \pm 1,50$	$16,40 \pm 1,30$	$16,12 \pm 1,61$	$15,1 \pm 0,8$	$11,14 \pm 0,68$
Доля ЛПА (%) с низким T_o	13,10	14,90	17,00	54,0	60,00

оказывает ингибирующее влияние на секрецию гонадотропных гормонов (ЛГ, ФСГ) и активирующее – на продукцию пролактина. Этот эффект мы наблюдаем у ЛПА в течение 7–12 лет после аварии.

Основная роль тестостерона в отношении сердечно-сосудистых заболеваний заключается в активации выработки эндогенного оксида азота (NO), который обладает антигипотензивным и антиатерогенным эффектом [16]. При андрогенном дефиците у мужчин нарушается синтез эндогенного вазодилатора NO и начинают преобладать эффекты его антагониста – эндотелина-1, что приводит к формированию эндотелиальной дисфункции с развитием артериальной гипертензии и формированием атеросклеротических бляшек. Увеличение доли ЛПА с ИБС мы выявили при обследовании в отдаленные сроки.

Выводы

1. Через 7 лет после аварии у мужчин-ликвидаторов среднего возраста в 13,1% случаев выявляется дефицит половых гормонов, к 33 годам наблюдения доля таких пациентов увеличивается в 4,6 раза.
2. Корреляционной зависимости уровня тестостерона от концентрации гонадотропинов и пролактина не установлено.
3. Достоверное по отношению к группе контроля повышение пролактина у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС сохраняется в течение 12 лет после аварии.
4. Получена обратная корреляционная зависимость между уровнем тестостерона общего и индекса массы тела.
5. В отдаленном периоде через 30–33 года у всех ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС выявлены болезни системы кровообращения.

Список литературы / References

1. Дедов И.И., Марова Е.И., Рожинская Л.Я. Эндокринные аспекты здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Состояние здоровья: материалы. М. 1995. С. 120–129.
Dedov I.I., Marova E.I., Rozhinskaya L.Ya. Endocrine aspects of the health of participants in the aftermath of the Chernobyl accident. State of health: Materials. M. 1995. P. 120–129.
2. Дрыгина Л.Б. Клинико-лабораторные критерии оценки состояния адаптационно-регуляторных систем у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленные сроки. Автореферат дис. док. биол. наук. СПб. 2002. 37 с.
Drygina L.B. Clinical and laboratory criteria for assessing the state of adaptation and regulatory systems in liquidators of the consequences of the Chernobyl accident in a distant period. Abstract dis. doc. biol. sciences. SPb. 2002. 37 p.
3. Дрыгина Л.Б., Калинина Н.М., Соколян Н.А. Эндокринные аспекты преждевременного старения у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. Сборник тезисов V Международного форума «Окружающая среда и здоровье человека». СПб. 2003. С. 21.
Drygina L.B., Kalinina N.M., Sokolyan N.A. Endocrine aspects of premature aging in liquidators of the consequences of the Chernobyl accident. Collection of abstracts of the V International Forum 'Environment and Human Health'. SPb. 2003. P. 21.
4. Дрыгина Л.Б., Зыбина Н.Н., Давыдова Н.И., Корсакова Н.Е. Формирование остеопенического синдрома и возрастной дефицит андрогенов у мужчин-ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. Медико-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2008. № 3. С. 46–51.

- Drygina L.B., Zybina N.N., Davydova N.I., Korsakova N.E. Formation of osteopenic syndrome and age deficiency of androgens in male liquidators of Chernobyl accident consequences. *Medico-Biol. and Social Psychology Security Issues in Emergencies*. 2008. No. 3. P. 46–51.
5. Дрыгина Л.Б., Никифоров А.М., Бонитенко Ю.Ю., Калинина Н.М. Особенности патогенеза соматической патологии у ликвидаторов. *Международный журнал радиационной медицины*. 2001. Т. 3, № 1–2. С. 248.
Drygina L.B., Nikiforov A.M., Bonitenko Yu. Yu., Kalinina N.M. Features of the pathogenesis of somatic pathology in liquidators. *International Journal of Radiation Medicine*. 2001. T. 3, No. 1–2. P. 248.
 6. Зыков М.В., Хрячкова О.Н., Кашталап В.В., Шибанова И.А., Барбараш О.Л. Связь тестостерона с показателями минерально-костного обмена и метаболического синдрома у мужчин. *Сибирское медицинское обозрение*. 2018. № 4. С. 53–59. DOI: 10.20333/2500136–2018–4–53–59.
Zykov M.V., Hryachkova O.N., Kashtalap V.V., Shibanova I.A., Barbarash O.L. Association of testosterone with rates of mineral bone metabolism and metabolic syndrome in men. *Siberian Medical Review*. 2018. No. 4. P. 53–59. DOI: 10.20333/2500136–2018–4–53–59.
 7. Иванчикова Н.Ф. Нейроэндокринные нарушения у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения после аварии на Чернобыльской АЭС, в отдаленные сроки. *Лікарська справа*. 1992. № 1. С. 35–37.
Ivanickaya N.F. Neuroendocrine disorders in persons exposed to ionizing radiation after the Chernobyl accident. *Medical Case*. 1992. No. 1. P. 35–37.
 8. Кашталап В.В., Хрячкова О.Н., Барбараш О.Л. «Новый» патологический континуум: гипогонадизм, остеопороз и кальцинирующий атеросклероз. Общие факторы формирования и прогрессирования. *Атеросклероз*. 2016. Т. 12, № 4. С. 68–78.
Kashtalap V.V., Hryachkova O.N., Barbarash O.L. 'New' pathological continuum: hypogonadism, osteoporosis and calcifying atherosclerosis. Common shaping and progression factors. *Atherosclerosis*. 2016. V. 12, No. 4. P. 68–78.
 9. Комплексная медицинская помощь участникам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. 35 лет радиационной катастрофы: монография. Под ред. чл.-корр. РАН С.С. Алексанина. СПб.: ИПЦ «Измайловский», 2021. 321 с.
Comprehensive medical assistance to participants in the aftermath of the Chernobyl nuclear power plant accident. 35 years of radiation disaster. Monograph. Ed. by corresponding member RAS S.S. Aleksanin. SPb.: IPC Izmailovskiy, 2021. 321 p.
 10. Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: патология отдаленного периода и особенности медицинского обеспечения. Под ред. проф. С.С. Алексанина. СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2008. 440 с.
The aftermath of the Chernobyl nuclear power plant accident: the pathology of the distant period and the peculiarities of medical care. Ed. by prof. S.S. Aleksanin. SPb.: ELBI-SPb, 2008. 440.
 11. Патология отдаленного периода у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Под ред. проф. А.М. Никифорова. СПб: БИНОМ. 2002. 304 с.
The pathology of the distant period in the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident. Ed. by prof. A.M. Nikiforov. SPb: BINOM. 2002. 304 p.
 12. Печерский А.В. Частичный возрастной андрогенный дефицит (Влияние на развитие метаболического синдрома и патологии предстательной железы). СПб: Издательский дом СПбМАПО. 2005. 47 с.
Pecherskij A.V. Partial age-related androgen deficiency (Effects on the development of metabolic syndrome and prostate pathology). SPb: SPbMAPO, 2005. 47 p.
 13. Хирманов В.Н., Гурчин А.А. Трое против одного: метаболический синдром, возрастной гипогонадизм и эректильная дисфункция. *Фарматека*. 2008. Т. 20, № 174. С. 23–27.
Hirmanov V.N., Gurchin A.A. Three versus one: Metabolic syndrome, age-related hypogonadism and erectile dysfunction. *Farimateka*. 2008. V. 20, No. 174. P. 23–27.
 14. Чекин С.Ю., Максютов М.А., Кашеев В.В. и [др.] Оценка радиационных рисков неонкологических заболеваний среди российских участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. *Радиация и риск*. 2021. Т. 30, № 1. С. 78–93. DOI: 10.21870/0131–3878–2021–30–1–78–93.
Chekin S.Yu., Maksyutov M.A., Kashcheev V.V. et al. Assessment of radiation risks of non-oncological diseases among Russian participants in the aftermath of the Chernobyl accident. *Radiation and Risk*. 2021. V. 30, No. 1. P. 78–93. DOI: 10.21870/0131–3878–2021–30–1–78–93.
 15. Heinemann LA. Aging males' symptoms scale: A standardized instrument for the practice. *J Endocrinol Invest*. 2005, 28 (11 Suppl Proceedings): 34–8. PMID: 16760622.
 16. Jones T.H. Testosterone deficiency: A risk factor for cardiovascular disease? *Trends Endocrinol. Metab*. 2010. Vol. 21. P. 496–503.
 17. Kelly D.M., Jones T.H. Testosterone: A vascular hormone in health and disease *J. Endocrinol*. 2013. Vol. 217. R47–R71.

Статья поступила / Received 10.01.23
Получена после рецензирования / Revised 18.01.23
Принята в печать / Accepted 01.03.23

Сведения об авторе

Дрыгина Лариса Борисовна, д.б.н., проф., в.н.с. научно-исследовательского центра. E-mail: drygina@arcerm.spb.ru

ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург

Для переписки: Дрыгина Лариса Борисовна. E-mail: drygina@arcerm.spb.ru

About author

Drygina Larisa B., DBio Sci, professor, lead researcher at Research Dept. E-mail: drygina@arcerm.spb.ru

All-Russian Centre for Emergency and Radiation Medicine n.a. A.M. Nikiforov, Saint Petersburg, Russia

For correspondence: Drygina Larisa Borisovna. E-mail: drygina@arcerm.spb.ru

Для цитирования: Дрыгина Л.Б. Гормональные предикторы болезней системы кровообращения у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС. *Медицинский алфавит*. 2023; (4): 34–38. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-4-34-38>.

For citation: Drygina L.B. Hormonal predictors of circulatory diseases in liquidators of Chernobyl accident consequences. *Medical alphabet*. 2023; (4): 34–38. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-4-34-38>.

