

**Раздел III**

**МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА  
И РАЗРАБОТКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

УДК. 572.7:616-001.28/.29

DOI 10.12737/5008

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИОПРОТЕКЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

З.А. ВОРОНЦОВА, С.Н. ЗОЛОТАРЕВА, В.В. ЛОГАЧЕВА

ГБОУ ВПО ВГМА им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, 394000 г. Воронеж, ул. Студенческая, д.10, E-mail: [z.vorontsova@mail.ru](mailto:z.vorontsova@mail.ru)

**Аннотация.** Проблема модификации эффектов ионизирующего излучения в морфологических проявлениях органов с разной скоростью обновления является актуальным направлением последних лет. В качестве модификаторов нами были рассмотрены: гипоксическая газовая смесь, нормобарический кислород и электромагнитное излучение, которые в определенных условиях сопряжены с ионизирующим облучением, как в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций, так и в штатном режиме. Поскольку развитие патологического процесса после облучения и его исход зависят от общей резистентности и состояния систем адаптации, то выявление наиболее эффективных механизмов мобилизации защитных сил и восстановление функциональных резервов организма в целом, является перспективной задачей современной радиобиологии. На основании изученных литературных данных и результатов собственных исследований можно констатировать, что степень модификации зависела от последовательности применения модификаторов и дозы ионизирующего излучения, а радиопротективный эффект находился в прямой зависимости от тканевой принадлежности органа. Кроме того, был обнаружен радиопротективный эффект при предшествующем комбинированном и сочетанном применении измененной газовой среды с повышенным и пониженным содержанием кислорода и электромагнитного облучения, что позволяет считать применение данных модификаторов перспективным в области обеспечения безопасности жизнедеятельности.

**Ключевые слова:** тонкая кишка, щитовидная железа, ионизирующее облучение, электромагнитное облучение, гипоксическая газовая смесь, нормобарический кислород.

MORPHOLOGICAL ASPECTS OF RADIOPROTECTION IN THE EXPERIMENT

Z.A.VORONTSOVA, S. N. ZOLOTAREVA, V. V. LOGACHEV

Voronezh state N.N. Burdenko Medical Academy, Street Student, 10, Voronezh, Russia, 394000, E-mail: [z.vorontsova@mail.ru](mailto:z.vorontsova@mail.ru)

**Abstract.** The problem of modification of the effects of ionizing radiation in morphological manifestations of authorities at different speeds update is relevant direction in recent years. The authors considered as modifiers - hypoxic gas mixture, normobaric oxygen and electromagnetic radiation. They are in certain conditions associated with ionizing radiation, as in the conditions of emergency situations, and in normal mode. The development of pathological process after exposure and outcome depend on the overall resistance and state systems of adaptation. Identify the most effective mechanisms of mobilization of protective forces and the restoration of the functional reserves of the organism as a whole, is a prospective task of modern radiobiology. Based on the study of literature data and the results of their research the authors concluded that the degree of modification was dependent on the sequence of application of modifiers and doses of ionizing radiation; the radioprotective effect was in direct correlation with tissue facilities body. The radioprotective effect was revealed by during previous combined and joint use of modified gas environment with high and low oxygen content and electromagnetic radiation. The authors believe that the use of these modifiers is promising in the field of safety.

**Key words:** small intestine, thyroid gland, ionizing radiation, electromagnetic radiation, hypoxemic gas mix, normobaric oxygen.

Актуальной проблемой в последние десятилетия становятся вопросы радиационной экологии и медицины, направленные на обеспечение безопасности жизнедеятельности, что в первую очередь связано с развитием атомной промышленности, военного производства, глобального освоения космоса и расширения диапазона отраслей с использованием электромагнитного излучения. Современные условия жизни, обусловили ухудшение эпидемиологической ситуации по заболеваемости нейроэндокринной, иммунной и пищеварительной систем, а также нарастанием тяжести их клинических проявлений. В доступной литературе довольно широко описаны эффекты изолированного воздействия экстремальных факторов на организм, причем не только в условиях чрезвычайных ситуаций, но и в штатном режиме. Было

установлено, что поражающее воздействие ионизирующего и электромагнитного излучений на организм проявляется непосредственным взаимодействием со структурами на клеточном и субклеточном уровнях, и опосредованно, реализуя свои эффекты через критические системы организма. При этом, реакция тканей на воздействие ионизирующей радиации зависит от процессов повреждения и последующих регенераторных процессов, протекающих в них. Скорость, с которой в различных тканях проявляются эффекты облучения, зависит от темпа обновления клеток, их дифференцировки, динамики роста, старения и гибели. Для различных тканей эти показатели не одинаковы. В тканях, растущих с низкой скоростью обновления реакция, на облучение может долго не проявляться, особенно после воздействия неболь-

ших доз, а регенеративные и компенсаторные процессы в тканях такого типа выражена значительно слабее, чем в обновляющихся [1,2,3,5,8].

Наиболее информативным представляется рассмотрение реакционной способности различных по чувствительности морфологических критериев органов с разной скоростью обновления при сочетанном и комбинированном влиянии факторов радиационной и нерадиационной природы в условиях эксперимента приближенного к реальности, что в конечном итоге направлено на выявление наиболее эффективных механизмов мобилизации защитных сил организма. Интерес к рассмотрению действия этих факторов, обусловлен неоднозначными литературными данными о влиянии измененной газовой среды и электромагнитного излучения на организм. С одной стороны их можно рассматривать как радиопротекторы, в формировании адаптивного ответа организма за счет внутренних резервов, а с другой стороны реакция может проявляться в синергизме, основанном на механизмах тканевой оксигенации и адаптации к недостатку кислорода, кроме того могут запускаться механизмы усугубляющие действие  $\gamma$ -облучения [3,4,6,7].

**Материалы и методы исследования** Работа выполнена на 294 белых беспородных половозрелых крысах-самцах массой 220-250 г и начальным возрастом 4 месяца с соблюдением требований хронобиологии. Животных распределяли согласно режимам проведения работы и ее задач на 12 групп. Каждая группа имела четыре временных параметра удаленных от момента воздействия на 1,7; 5; 24 и 72 часа. Таким образом, общее количество групп составило 45.

Первую группу составили животные биологического контроля. Во второй и третьей группах животных подвергали однократному воздействию общего ионизирующего облучения (ИО) в поглощенных дозах 0,5 и 10Гр на установке «Хизотрон» (Со<sup>60</sup>, 1,25 МэВ). Мощность радиационного воздействия составляла 0,86 Гр/мин. Доза 0,5 Гр по критериям средней продолжительности жизни и сдвигам иммунного статуса может быть отнесена к малым. Облучение в дозе 10 Гр вызывало у крыс кишечную форму лучевой болезни – начало кривой Раевского. Крыс четвертой и пятой экспериментальной групп помещали в специальные камеры, представляющие собой полукрытые системы, в головной отсек которых подавалась гипоксическая газовая смесь (8% О<sub>2</sub> и 92% N<sub>2</sub> – ГТС-8) или нормобарический кислород (99% О<sub>2</sub> – НК), соответственно. Время подачи газовой смеси 11 мин 38 с. Скорость продувки – 20 л/мин. Животные шестой группы испытывали воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) СВЧ-диапазона на установке «Хазар 2,5 Р», работавшей с частотой 2,4 ГГц, и плотностью потока мощности 10 мВт/см<sup>2</sup>. Время облучения составляло 2,5 мин. Крысы остальных экспериментальных групп (7-12) испытывали сочетанное и комбинированное воздействие ИО с гипоксической газовой смесью (ГТС) и нормобарическим кислородом (НК) или СВЧ-излучением, при этом гамма-облучение крыс проводилось сразу после применения ГТС или НК, и через 12-15 мин после ЭМИ СВЧ-диапазона.

Забой экспериментальных и контрольной групп животных и взятие материала проводился в зимний период в одно и то же время суток через 1,7; 5; 24; 72 часа после воздействия факторов.

Щитовидную железу (ЩЖ) фиксировали в жидкости Буэна, тощую кишку в растворе Бэккера, стандартно обрабатывали и заливали в парафин. Для обзорных целей парафиновые срединные продольные срезы окрашивали гематоксилином-эозином. Морфофункциональное состояние ЩЖ оценивали по диаметру фолликулов и высоте тироцитов, высти-

лающих их стенку. Гормонообразование определяли по морфологическому эквиваленту – содержанию в фолликулах коллоида с разной выраженностью йодирования аминокислот по методу DesMarais A.and., LaHam Q.N.. Состояние слизистой оболочки тощей кишки оценивали по рельефу – высоте ворсинок и глубине крипт, толщине базальной мембраны эпителиальной выстилки, митотической активности недифференцированных эпителиоцитов крипт. Кроме того, в соединительнотканной строме щитовидной железы и слизистой оболочке тощей кишки оценивали состояние общего числа тучных клеток (ТК) и определяли соотношение их активных морфофункциональных типов: активных форм – дегранулированных (ДЕГ ТК) как источник гепарина и вакуолизованных тучных клеток (ВК ТК) [2].

Статистическую обработку результатов исследований проводилась на ПК Pentium III-500, с помощью пакетов программ Excel 2007, SSPS Statgraphics for Windows XP Professional с использованием параметрических методов.

Таблица 1

Динамика гормонопоэза щитовидной железы в условиях эксперимента

Вид воздействия	Время (час)	Типы фолликулов			
		Йодированные	Ц/йодированные	Нейодированные	Пустые
Контроль		74,77±0,64	17,61±0,72	0,86±0,03	6,77±0,19
$\gamma$ 0,5 Гр	1,7	75,88±0,83	16±0,89	0,8±0,02	7,32±0,16
	5	80,2±0,6*	10,35±0,62*	0,73±0,02	8,71±0,19*
	24	80,05±1,08	10,55±1,04	0,73±0,05	8,66±0,19
	72	75,48±1,96	16,55±1,86	0,81±0,03*	7,15±0,11
$\gamma$ 10 Гр	1,7	66,92±0,95*	21,08±1,13	2,92±0,22*	9,08±0,21*
	5	60,85±0,67	16,96±0,79	16,7±0,03*	5,48±0,19
	24	63,71±1,03 0	24,31±1,13 0	3,43±0,04	8,53±0,11*
	72	67,4±1,24	22±1,33	2,96±0,04	7,63±0,18
ГТС	1,7	74,6±0,8	17,85±0,82	0,93±0,11	6,62±0,27
	5	71,32±0,53*	21,57±0,53*	1,22±0,07*	5,9±0,16
	24	76,38±0,48	16,28±0,44	0,92±0,06	6,42±0,16
	72	73,88±1,43	18,65±1,59	0,67±0,06	6,8±0,16
НК	1,7	76,2±0,53	15,28±0,54	0,79±0,03	7,73±0,42
	5	82,71±0,61*	8,15±0,61	0,75±0,43*	8,38±0,16*
	24	72,28±1,57*	19,53±1,33*	0,71±0,2*	7,46±0,26*
	72	70,41±1,46*	21,5±1,67	0,66±0,08*	7,38±0,22*
СВЧ	1,7	75,52±0,72	16,35±0,84	0,92±0,07	7,22±0,14
	5	77,86±0,67	13,07±0,67*	0,66±0,03*	8,42±0,11*
	24	78,28±0,44*	13,5±0,35*	0,9±0,06 0	7,32±0,14 0
	72	74,48±0,78	16,96±0,76	0,82±0,05	7,74±0,26
ГТС+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	73,87±0,74	18,43±0,65	0,82±0,05	6,88±0,09
	5	73,32±0,87	18,42±0,94	0,92±0,05	7,35±0,18
	24	75,87±1,1	16,57±1,1	0,75±0,04	6,82±0,15
	72	76,15±1,25	15,83±1,27	0,85±0,04	7,17±0,07
ГТС+ $\gamma$ 10Гр	1,7	67,88±0,65*	20,95±0,63	2,7±0,13*	8,47±0,17*
	5	63,1±1,27*	17±0,52	14,18±0,87*	5,72±0,06*
	24	64,92±1,37*	23,65±1,27*	3,1±0,19*	8,33±0,19*
	72	67,8±0,42*	22±0,47*	2,88±0,16*	7,15±0,19
НК+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	72,02±0,75	19,93±0,68	0,87±0,07	7,18±0,12
	5	73,26±0,62*	18,73±0,66*	0,68±0,03	7,31±0,12*
	24	73,6±0,3*	18,11±0,24*	0,7±0,04	7,58±0,1*
	72	75,48±0,88	16,55±0,86	0,85±0,07	7,11±0,18
НК+ $\gamma$ 10Гр	1,7	66,03±0,77*	21,85±0,94*	3,03±0,11*	9,08±0,21*
	5	57,18±1,59*	18,51±1,32	16,58±0,45*	7,71±0,14*
	24	64,48±1,05*	23,53±0,88*	3,41±0,33*	8,56±0,23*
	72	66,58±0,78*	21,38±0,64*	3,18±0,21*	8,51±0,24
ЭМИ+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	77,43±0,63	13,42±0,74*	0,7±0,04	8,45±0,23*
	5	81,08±0,49*	10,37±0,41*	0,72±0,03	7,83±0,2*
	24	81,93±0,22*	9,88±0,06*	0,68±0,04*	7,5±0,26
	72	78,15±0,43*	14,13±0,55*	0,75±0,02	6,97±0,2
ЭМИ+ $\gamma$ 10Гр	1,7	68,95±0,75*	20,28±0,75	2,53±0,07*	8,23±0,17*
	5	65,42±1,18*	16,88±1,38	11,8±0,32*	5,9±0,18
	24	68,35±0,76*	20,65±0,6	3,05±0,21*	7,95±0,16*
	72	69±0,66*	20,47±0,72	2,75±0,14*	7,78±0,13*

Примечание: \* – достоверность отличий показателей от уровня контроля при p<0,05

**Результаты и их обсуждение.** В результате воздействия изолированного однократного  $\gamma$ -облучения в дозе 0,5 Гр происходило повышение функциональной активности ЩЖ по всем морфологическим критериям, параллельно с активизацией выведения тиреоидных гормонов на фоне усиления дегрануляции (табл. 1, 2). Критическим периодом в состоянии слизистой оболочки тощей кишки при однократном  $\gamma$ -облучении являются первые сутки после воздействия, тогда как к концу третьих суток наблюдается тенденция к восстановлению по всем морфофункциональным показателям. Это позволяет предположить наличие приспособительного характера изменений, направленных на снижение поражающего эффекта радиации (табл. 3, 4).

Эффект  $\gamma$ -облучения в дозе 10Гр проявлялся в снижении функциональной активности ЩЖ на фоне усиления лизиса. Полученные результаты свидетельствуют о том, что активизация процесса синтеза тиреоидных гормонов сочетается с высвобождением биологически активных веществ (БАВ) путем дегрануляции тучных клеток, а снижение активности происходит с усилением высвобождения путем лизиса (табл. 1, 2). При дозе облучения 10 Гр внутренние адаптивные механизмы слизистой оболочки тощей кишки проявляют свою несостоятельность во временной динамике эксперимента. Наблюдаются глубокие нарушения морфологических критериев без перспектив к восстановлению (табл. 3, 4).

В условиях воздействия ГТС, во все сроки наблюдения отмечалась незначительная десинхронизация реагирования морфологических критериев, определяющих функциональное состояние ЩЖ с незначительным усилением дегрануляции (табл. 1, 2). Наблюдалось снижение функциональной активности слизистой оболочки тощей кишки. Изменение рельефа слизистой вероятнее всего носит приспособительный характер в ответ на истончение базальной мембраны и нарушение проницаемости гистогематического барьера вызванного десинхронизацией процессов высвобождения биологически активных веществ ТК (табл. 3, 4).

Исследования показали, что по всем морфологическим эквивалентам функции можно отметить повышение активности ЩЖ в ранние сроки после воздействия НК, а к концу суток и далее можно отметить нормализацию состояния. Однако степень дегрануляции остается повышенной во все сроки после воздействия. Увеличение общего количества, а так же перераспределение морфофункциональных форм ТК указывает на их участие в радиомодификации эффекта нормобарического кислорода по отношению к функции ЩЖ (табл. 1, 2). Нормобарический кислород не оказывает выраженного и закрепленного повреждающего эффекта на морфологические эквиваленты слизистой оболочки тощей кишки (табл. 3, 4).

При изолированном применении ЭМИ, все морфологические критерии показали активизацию функционального состояния ЩЖ по всем срокам наблюдения (табл. 1, 2). В слизистой оболочке тощей кишки наблюдалось нарушение функциональных и обменных процессов, за счет деструктивных изменений показателей рельефа и разобщения в перераспределении морфологических типов тучных клеток, в сторону снижения высвобождения биогенных аминов (табл. 3, 4).

При комбинированном воздействии ГТС и  $\gamma$ -облучения в дозе 0,5 Гр модифицирующий эффект проявляется в перераспределении способа выведения БАВ тучными клетками на фоне равновесия других морфологических показателей ЩЖ (табл. 1, 2). Модифицирующий эффект по состоянию тощей кишки проявлялся снижением

поражающего влияния  $\gamma$ -облучения через попытку восстановления толщины слизистой оболочки и уровня пролиферативной активности эпителиоцитов крипт (табл. 3, 4).

Таблица 2

Динамика морфофункциональных критериев цитовидной железы в условиях эксперимента

Вид воздействия	Время (час)	ОЧТК	ДЕГ ТК	БК ТК	Высота тироцитов	Диаметр фолликулов
Контроль		89,21±0,81	32,49±1	13,54±0,79	6,53±0,19	39,1±1,6
$\gamma$ 0,5 Гр	1,7	88,64±1,4	41,91±0,97*	7,45±3,09	7,27±0,05*	33,13±1,3
	5	89,78±0,36	49,28±0,51*	5,03±0,39	7,6±0,05*	30,25±0,67*
	24	87,35±0,44	51,86±0,59*	6,4±0,22	7,35±0,1	34,55±1,38
	72	88,75±0,97	64,46±1,21*	2,35±0,52*	6,75±0,09	38,43±1,07
$\gamma$ 10 Гр	1,7	88,51±0,77	45,17±1,14*	10,45±0,76	7,57±0,24	34,6±1,35
	5	88,39±0,50	42,71±0,61*	7,18±0,6	8,85±0,03*	40,18±0,45*
	24	73,14±0,34	36,35±0,42*	9,18±0,18*	4,45±0,04	39,63±0,36
	72	86,69±0,94	7,56±1,43*	68,88±0,37*	5,8±0,05	36,25±0,97
ГТС	1,7	95,1±0,78	58,52±1,45*	7,38±0,52*	6,25±0,04	36,23±0,62
	5	93,27±0,76	54,44±1,24*	7,16±0,48*	6,15±0,04	39,6±0,73
	24	88,66±0,36	44,13±0,48*	10,95±0,35	6,67±0,11	40,37±0,93
	72	97,3±0,51	64,92±1,07*	7,15±0,12*	6,97±0,07	39,48±0,61
НК	1,7	92,95±0,53	50,24±0,85*	12,73±0,51	7,7±0,06*	32,47±0,66*
	5	90,91±0,34	58,38±0,57*	14,65±0,25*	7,96±0,08*	31,53±0,48
	24	93,66±0,52	44,41±0,9*	12,26±0,27*	7±0,11*	36,4±0,4
	72	94,36±1,12	54,53±1,96*	3,68±1,32	6,6±0,16	38,35±0,97
СВЧ	1,7	95,73±0,69	55,75±1,03*	6,08±0,45*	6,83±0,11	37,43±0,88
	5	90,96±0,61	43,56±0,68*	10,6±0,48	7,1±0,1	35,57±0,47
	24	85,08±0,42	45,42±0,4*	11,32±0,44	7,37±0,07*	32,75±0,36*
	72	91,15±0,63	57,17±1,06*	1,95±0,07*	6,63±0,09	38,6±0,56
ГТС+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	94,07±0,34	74,15±0,58*	1,67±0,08*	6,87±0,05	35,48±0,54
	5	90,5±0,49	57,98±0,4*	6,27±0,49*	7,15±0,04*	33,9±0,78
	24	87,06±0,48	39,67±0,72*	19,79±0,27*	6,9±0,06	36,9±0,41
	72	87,06±0,48	39,67±0,72*	19,79±0,27*	6,38±0,19	38,52±0,28
ГТС+ $\gamma$ 10Гр	1,7	82,59±0,71	48,37±1,22*	10,57±0,46	7,27±0,05*	35,4±0,51
	5	91,47±0,48	59,22±0,92*	12,27±0,48	8,25±0,06*	36,27±0,7
	24	85,08±0,49	35,63±0,6	11,3±0,63	5,1±0,07*	37,1±0,62
	72	85,08±0,49	35,63±0,6	11,3±0,63	5,82±0,11	39,1±0,62
НК+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	84,75±0,255	53,9±0,48*	10,65±0,24*	7,28±0,03*	35,23±0,49
	5	91,2±0,49	48,38±0,81*	14,26±0,3*	7,41±0,06*	33,03±0,68*
	24	97,09±0,55	66,28±1,28*	2,85±0,18*	7±0,04*	35,41±0,95
	72	97,05±0,6	50,91±1,28*	3,68±0,16*	6,56±0,08	38,35±0,57
НК+ $\gamma$ 10Гр	1,7	82,03±0,92	47,12±1,93*	13,4±0,77	6,73±0,11	39,77±0,75
	5	88,36±0,54	53,45±0,89*	10,93±0,34*	9,31±0,27*	43,16±0,83
	24	88,92±0,48	56,43±0,62	5,65±0,44*	5,36±0,13*	36,3±1,03
	72	88,77±0,28	51,41±0,22*	14,01±0,51*	6±0,11	37,68±0,7
ЭМИ+ $\gamma$ 0,5Гр	1,7	82,7±0,55	40,23±0,52	10,52±0,44	7,55±0,04*	32,38±0,58*
	5	85,2±0,69	35,15±1,02	15,72±0,55	7,75±0,04*	32,33±0,89*
	24	88,26±0,78	34,15±1,05	16,73±0,59	7,38±0,03*	36,67±0,43
	72	86,64±0,35	64,12±0,72*	1,63±0,15*	6,57±0,1	39,38±0,56
ЭМИ+ $\gamma$ 10Гр	1,7	82,58±0,44	44,87±0,76*	18,57±0,48*	7,22±0,05*	36,57±0,56
	5	84,56±0,50	47,35±0,78*	14,42±0,34	7,83±0,13*	36,68±0,18
	24	79,49±0,72	30,4±1,29	15,83±0,56	5,37±0,05*	38,95±0,88
	72	80,42±0,25	57,07±0,37*	3±0,15*	6,22±0,08	36,77±0,48

Примечание: \* – достоверность отличий показателей от уровня контроля при  $p < 0,05$

Таблица 3

Динамика морфофункциональных критериев слизистой оболочки тощей кишки в условиях эксперимента

Группы	ОЧТК в межкрипальной строме тощей кишки (на одну крипту)				Митотическая активность эпителия крипт тощей кишки (на одну крипту)			
	Время после воздействия в часах				Время после воздействия в часах			
	1,7	5	24	72	1,7	5	24	72
Контроль	3,18±0,17							
$\gamma$ 0,5 Гр	2,27±0,16*	1,87±0,09*	1,43±0,07*	3,15±0,11	2,23±0,08	2,22±0,04	1,93±0,04*	2,47±0,07
$\gamma$ 10 Гр	1,74±0,13*	2,77±0,13	1,4±0,06*	0,38±0,02*	0,09±0,002*	0,062±0,006*	0,07±0,01*	0,38±0,38*
ГТС	2,17±0,1	2,08±0,14*	2,17±0,1*	3,53±0,14*	1,43±0,08*	3,75±0,19*	3,03±0,13*	2,88±0,08
НК	3,15±0,12	3,0±0,13	2,13±0,12*	2,83±0,36	2,97±0,15*	2,55±0,08	3,48±0,06*	2,82±0,11*
ЭМИ	1,4±0,07*	1,22±0,05*	0,99±0,04*	0,81±0,03*	1,74±0,07*	2,39±0,09	1,97±0,11*	4,0±0,01*
ГТС+ $\gamma$ 0,5Гр	1,18±0,06*	4,25±0,3*	1,35±0,05*	4,27±0,2*	3,52±0,13*	3,47±0,16*	2,62±0,15	2,48±0,16
ГТС+ $\gamma$ 10Гр	1,84±0,07*	0,62±0,62*	0,38±0,02*	0,14±0,01*	0,2±0,02*	0,36±0,02*	0,29±0,02*	0,48±0,01*
НК+ $\gamma$ 0,5Гр	1,8±0,13*	1,24±0,1*	2,24±0,19	3,93±0,21*	3,58±0,26*	2,82±0,22	2,3±0,12	3,58±0,21*
НК+ $\gamma$ 10Гр	0,45±0,05*	0,38±0,03*	0,55±0,05*	0,38±0,03*	0,33±0,03*	0,51±0,03*	0,5±0,03*	0,67±0,02*
ЭМИ+ $\gamma$ 0,5 Гр	1,31±0,06*	2,14±0,08*	3,04±0,11	2,47±0,09	2,78±0,16	3,16±0,09*	2,63±0,1	3,95±0,12*
ЭМИ+ $\gamma$ 10Гр	0,49±0,03*	1,47±0,1*	0,43±0,04*	0,58±0,04*	0,56±0,05*	1,77±0,12*	0,51±0,033*	0,51±0,04*

Примечание: \* – достоверность отличий показателей от уровня контроля при  $p < 0,05$

Таблица 4

Содержание активных форм тучных клеток в межкрипальной строме слизистой оболочки тощей кишки

Формы тучных клеток	Время после воздействия факторов в часах			
	1,7	5	24	72
Контроль				
Дегранулированные	62,95±1,62			
Вакуолизованные	15,78±0,58			
γ 0,5 Гр				
Дегранулированные	58,09±0,76*	51,38±1,09*	25,4±0,44*	58,7±1,03*
Вакуолизованные	15,46±0,6	13,69±0,75	51,05±0,87*	17,1±0,77
γ 10 Гр				
Дегранулированные	51,83±1,46*	39,58±1,08*	58,1±0,82	33,85±1,1*
Вакуолизованные	27,76±0,94*	31,92±0,84*	20,18±0,7*	24,9±1,46*
ГГС				
Дегранулированные	37,17±1,76*	44,95±1,07*	41,15±1,34*	35,08±1,62*
Вакуолизованные	13,58±0,55	4,08±0,4*	17,33±1,07	17,58±0,81
НК				
Дегранулированные	38,77±0,84*	13,53±0,79*	14,95±0,86*	57,7±1,22*
Вакуолизованные	18,08±0,94*	10,67±0,57*	3,73±0,19*	17,3±0,82
ЭМИ				
Дегранулированные	64,78±0,74	55,02±1,14*	51,63±0,67*	36,48±0,1*
Вакуолизованные	22,62±0,79*	7,58±0,59*	10,80±0,58*	17,6±0,66
ГГС+γ0,5Гр				
Дегранулированные	20,62±0,56*	38,25±1,75*	26,48±0,96*	13,42±0,84*
Вакуолизованные	5,02±0,21*	11,87±0,24*	8,77±0,19*	6,84±0,22*
ГГС+γ10Гр				
Дегранулированные	38,75±0,5*	50,88±0,88*	29,23±0,73*	24,5±0,77*
Вакуолизованные	31,03±1,12*	27,42±0,65*	16,77±0,94	5,87±0,02*
НК+γ0,5Гр				
Дегранулированные	61,23±1,53	37,03±1,03*	18,27±0,74*	32,35±1,48*
Вакуолизованные	11,5±0,58*	30,33±0,67*	48,27±1,13*	17,87±0,51
НК+γ10Гр				
Дегранулированные	61,07±1,07	67,4±1,39*	58,8±1,24	44,73±1,32*
Вакуолизованные	4,65±0,2*	5,25±0,28*	8,88±0,86*	23,62±0,65*
ЭМИ+γ0,5 Гр				
Дегранулированные	70,2±0,56*	59,8±0,34	57,2±0,98	49,76±0,65*
Вакуолизованные	9,51±0,07*	27,3±1,23*	21,72±0,76*	25,31±1,22*
ЭМИ+γ10 Гр				
Дегранулированные	48,53±1,92*	57,7±1,61	42,53±1,86*	41,83±1,63*
Вакуолизованные	12,87±0,62*	14,85±0,84	6,57±0,18*	34,4±1,36*

Примечание: \* – достоверность отличий показателей от уровня контроля при p<0,05

При комбинированном воздействии ГГС и γ-облучения в дозе 10 Гр, модифицирующий эффект ГГС в ранние сроки уменьшал выраженность изменений в ЩЖ, вызванных облучением снижением разобщенности между уровнем йодирования аминокислот коллоида и высотой тироцитов (табл. 1, 2). Радиопротективный эффект ГГС при высоких дозах радиации проявлялся в тенденции к восстановлению толщины слизистой оболочки и митотической активности эпителиоцитов крипт в сравнении с однократным γ-излучением (табл. 3, 4).

При применении НК с ИО в малой дозе наблюдался эффект синхронизации процессов гормонообразования ЩЖ в соответствии с временной реакцией высоты тироцитов и диаметра фолликулов, свидетельствующих о нормализации функциональной активности. Реакция тучных клеток реализуется увеличением их общего числа и нивелированием изменений активных форм, а так же сближением их характеристик с контролем (табл. 1, 2). В слизистой оболочке тощей кишки не наблюдается явных изменений морфологических показателей в сравнении с однократным действием γ-облучения (табл. 3, 4).

При модификации НК и ИО в дозе 10 Гр наблюдалось угнетение гормонообразования. НК усугубляет эффект воздействия γ-облучения в большой дозе, в отличие от комбинированного с малой дозой. Модифицирующий эффект НК при высоких дозах ионизирующей радиации по реакции слизистой оболочки тощей кишки более выражен, чем при малых и проявляется перераспределением активных форм тучных клеток в пользу дегрануляции в сравнении с однократным воздействием облучения (табл. 1, 2). Изменение рельефа слизистой в сторону восстановления можно рассматривать, как следствие повышения пролиферативных процессов и частичного восстановления обменных процессов за счет утолщения базальной мембраны также в сравнении в изолированным влиянием γ-облучения (табл. 3, 4).

При модификации ЭМИ малых доз ИИ существенных отличий в гормонообразовании не обнаружилось, по сравнению с изолированным воздействием ИИ, что подтверждалось всеми морфологическими критериями. Однако, реакция тучных клеток стромы резко подчеркивала модификацию снижением дегрануляции до уровня контроля только к первым суткам. В остальные сроки выведение БАВ происходило активно, путем дегрануляции, свидетельствующей о высоком радиопротективном эффекте. Сохранение ТК способности синтеза и высвобождения гепарина следует рассматривать как одну из предпосылок активации радиорезистентности (табл. 1, 2). Для тощей кишки модифицирующий эффект СВЧ сводился к тенденции восстановления глубины крипт и усиления митотической активности в сравнении с однократным γ-облучением. Перераспределение активных форм ТК в пользу лизиса, можно рассматривать как попытку восстановления гомеостаза на местном уровне в ответ на изменения в базальной мембране эпителиальной выстилки (табл. 3, 4).

В условиях модификации ионизирующего ЭМИ большой дозы гормонообразование было снижено, но в меньшей степени, чем при изолированном γ-облучении, преобладало гормоновыведение (табл. 1, 2). Смена лизиса на дегрануляцию ТК указывает на активизацию резервных возможностей. Положительный модифицирующий эффект ЭМИ проявлялся в утолщении слизистой оболочки тощей кишки и снижении уровня лизиса на протяжении 1-х суток в сравнении с однократным γ-облучением. Несостоятельность этого процесса во времени определялась снижением митотической активности, истончением базальной мембраны и достоверным преобладанием лизиса над дегрануляцией к концу 3-х суток (табл. 3, 4).

**Выводы.** Радиопротективный эффект модификаторов находился в прямой зависимости от тканевой принадлежности органа и имел более выраженный и достоверный характер со стороны электромагнитного излучения для морфофункциональных эквивалентов щитовидной железы, а со стороны измененной газовой среды для слизистой оболочки тощей кишки.

Литература

1. Антипин Е.Б. Научные основы обеспечения радиационно – гигиенической безопасности персонала предприятий атомной промышленности в современных условиях. Автореф.дис. док.мед.наук. Москва: ФМБА им. А.И. Бурназяна, 2011. 46 с.
2. Воронцова З.А., Золотарева С.Н. Модифицирующие эффекты комбинированных и сочетанных воздействий.

Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co KG, 2011. 114 с.

3. Воронцова З.А., Шишкина В.В. Модифицирующие эффекты отдаленных последствий гамма-облучения в диапазоне малых доз // Вестник новых медицинских технологий». 2012. Т. 18. № 2. С. 201–203.

4. Воронцова З.А., Свиридова О.А. Скоррелированность эффектов биомаркеров в реализации гомеостаза при воздействии импульсов электромагнитных полей // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 18. № 2. С. 242–243.

5. Ермакова О.В. Структурные перестройки периферических эндокринных желез мышевидных грызунов в условиях хронического облучения в малых дозах. Автореф. дис. док. биол. наук. Москва: ФМБА им. А.И. Бурназяна, 2007. 46 с.

6. Лабынцева О.М. Комбинированное воздействие нормобарической гипоксии и импульсного магнитного поля на неспецифическую резистентность и устойчивость организма крыс к острой гипоксической гипоксии. Автореф. дис. канд. биол. наук. Нижний Новгород: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2008. 26 с.

7. Хадарцев А.А. Медицинский институт Тульского государственного университета: некоторые итоги фундаментальных и прикладных медико-биологических исследований // Вестник МАН. 2010. №1. С. 63–65.

8. Хрупачев А.Г., Хадарцев А.А., Гудков А.В., Гудкова С.А., Сологуб Л.А. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 18. №1. С. 47–49.

#### References

1. Antipin EB. Nauchnye osnovy obespecheniya radiatsionno – gigenicheskoy bezopasnosti personala predpriyatiy atomnoy promyshlennosti v sovremennykh usloviyakh [dissertation]. Moscow (Moscow region): FMBA im. A.I. Burnazyana; 2011. Russian.

2. Vorontsova ZA, Zolotareva SN. Modifitsiruyushchie efekty kombinirovannykh i sochetannykh vozdeyst-viy. Germaniya: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co KG; 2011. Russian.

3. Vorontsova ZA, Shishkina VV. Modifitsiruyushchie efekty otdalennykh posledstviy gamma-oblucheniya v diapazone malykh doz [Role different preventive technology at operation of the high risk of the postoperative complications]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;18(2):201-3. Russian.

4. Vorontsova ZA, Sviridova OA. Skorrelirovan-nost' efektov biomarkerov v realizatsii gomeostaza pri vozdeystvii impul'sov elektromagnitnykh poley [Cytokine markers of the efficiency of prosthetic treatment of patients with chronic parodontitis]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;18(2):242-3. Russian.

5. Ermakova OV. Strukturnye perestroyki perifericheskikh endokrinnnykh zhelez myshevidnykh gryzunov v usloviyakh khronicheskogo oblucheniya v malykh dozakh [dissertation]. Moscow (Moscow region): FMBA im. A.I. Burnazyana; 2007. Russian.

6. Labyntseva OM. Kombinirovanное vozdeystvie normobaricheskoy gipoksii i impul'snogo magnitnogo polya na nespetsificheskuyu rezistentnost' i ustoychivost' organizma krysa k ostroy gipoksicheskoy gipoksii [dissertation]. Nizhniy Novgorod (Nizhniy Novgorod region): FGUP «RFYaTs-VNIIEF»; 2008. Russian.

7. Khadartsev AA. Meditsinskiy institut Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta: nekotorye itogi fundamental'nykh i prikladnykh mediko-biologicheskikh issledovaniy. Vestnik MAN. 2010;1:63-5. Russian.

8. Khrupachev AG, Khadartsev AA, Gudkov AV, Gudkova SA, Sologub LA. Filosofsko-biofizicheskaya interpretatsiya zhizni v ramkakh tret'ey paradigmy [The universal computer complex for quantitative assessment of latent professional risk]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;18(1):47-9. Russian.

УДК 616.31

DOI 10.12737/5009

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПОСЛЕ ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ Д-РА ПЕТЕРА МЕШКЕ (Г. ВУПТЕРТАЛЬ ГЕРМАНИЯ) И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ УГЛОВЫХ ОТКЛОНЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

А.В. ИВАЩЕНКО\*, Д.В. КОНДРАШИН\*\*, О.В. ЛАЙВА\*, Н.Е. РОТИН\*\*\*

\* ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет», ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099

\*\* ФГБОУ ВПО «СГАУ им. академика С.П. КОРОЛЁВА» (национальный исследовательский университет), Московское шоссе, 34, г. Самара, Россия, 443086

\*\*\* ГБУЗ СО «Самарская Городская Больница № 7», ул. Крайняя, 17, г. Самара, Россия, 443112

**Аннотация.** В статье проводится эксперимент с целью узнать, как случайные угловые отклонения руки врача во время одонтопрепарирования влияют на качество боковой поверхности получившихся в результате культей. В эксперименте рассматриваются два случая: первый – одонтопрепарирование по методике без применения специальных средств, препятствующих случайным угловым отклонениям руки врача, второй – одонтопрепарирование с использованием устройства контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. Эксперимент проводился на фантомных моделях нижней челюсти содержащей гарнитур зубов frасасо, по окончании эксперимента, для последующего анализа качества получившихся поверхностей, две фантомные модели были помещены в оптический сканер и получены два 3D скана. Производили сравнение угловых отклонений стенок зубов относительно опорного штифта. Качество поверхности боковых стенок препарированных зубов было показано цветовым полем боковой стенки культей. Минимальное угловое отклонение сегмента стенки отмечено тем же цветом что и стенка опорного штифта, при увеличении конвергенции сегмента стенки цвет его начинает отличаться от цвета штифта. По результатам статьи было показано, что механическая стабилизация руки врача улучшает качество поверхности боковой стенки культи.