

В. Б. МАТЮШИЧЕВ, В. Р. ТАРАТУХИН, В. Г. ШАМРАТОВА,
Г. А. ЮЖАКОВА, Т. А. ПЕТРОВА

К ВОПРОСУ О БИОХИМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА, ПОДВЕРГНУТОГО ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКЕ

Изучалось комбинированное действие тепловой нагрузки и последующего общего рентгеновского облучения крыс, а также раздельное влияние этих факторов на креатинкиназную активность водных экстрактов мозга и печени.

Установлено, что состояние теплового напряжения усиливает влияние радиации на ферментативную активность тканей.

Облучение людей в профессиональных условиях и при радиационных авариях редко осуществляется изолированно. Как правило, человек испытывает на себе сопряженное комплексное действие ряда других экстремальных факторов, изменяющих физиологические параметры организма и, следовательно, его радиочувствительность. К таким факторам, в частности, относится повышенная температура воздуха. В этой связи всестороннее изучение эффектов совместного использования в эксперименте перегревания и облучения живых объектов представляется одной из актуальных задач радиобиологии. Однако исследования такого рода пока немногочисленны и касаются в основном теста выживаемости, а также некоторых морфологических и физиологических показателей [1]. Между тем, особый интерес представляет изучение биохимических сдвигов в клетках и тканях организма. Именно они лежат в основе развития патологических процессов, определяющих клиническую картину радиационного поражения.

Задачей настоящей работы явилась оценка последовательного действия интенсивной тепловой нагрузки и облучения на уровень ферментативной активности тканей. В качестве тест-энзима была избрана креатинкиназа—клеточный энзим, участвующий в процессах постлучевой репарации.

Материал и методика. Опыты проводили на 212 беспородных белых крысах-самцах весом 160—180 г: 36 интактных животных служили контролем, остальные 176 составили 11 подопытных групп (по 16 крыс в каждой). Животные 5 групп подвергались действию гипертермии и радиации. Крыс выдерживали 4 часа в герметичной тепловой камере с температурой воздуха 36° (по тесту выживаемости—максимально переносимая в данных условиях температура) и относительной влажностью 80—90%. После извлечения из камеры животных подвергали однократному общему рентгеновскому облучению (РО) в дозах 25, 50, 100, 250—400 р при следующих технических условиях: аппарат РУМ-3, напряжение 180 кв, сила тока 15 ма, фильтр 0,1 мм $Cu+1,0$ мм Al , фокусное расстояние 60 см, мощность дозы 26 р/мин. Контроль эффектов

комбинированных влияний осуществляли с помощью собственно тепловой нагрузки (I группа) и отдельного РО в дозах 25, 50, 100, 250 и 400 р (5 групп).

Через 5, 12, 19 и 26 суток после воздействий по 3 крысы из каждой подопытной группы, а также 9 интактных животных декапитировали и определяли креатинкиназную активность (КА) водных экстрактов больших полушарий головного мозга и печени [2]. Ферментативную активность, выраженную в мкмоль/мин прироста креатина в инкубационной пробе, пересчитывали на 1 мг экстрагированного белка. Для статистической обработки данных (активность/мг белка) использовали дисперсионный анализ [3].

Результаты и обсуждение. Результаты определения КА тканей представлены в таблице. Из таблицы видно, что и отдельное, и комбинированное влияние обладает выраженной тканевой специфичностью

Таблица

Креатинкиназная активность тканей крыс при облучении организма в различных температурных условиях, % к контролю

Ткань	Сутки после воздействия	Тепловой режим											
		нормотермия						гипертермия					
		радиационная нагрузка, р											
		0	25	50	100	250	400	0	25	50	100	250	400
Мозг	5	100	103	114	102	127	84	194*	102	102	98	112	78
	12	100	87	84	70	85	181*	119	85	84	75	69	178*
	19	100	131*	101	87	98	90	132*	58*	122	84	81	84
	26	100	92	68*	126	121	120	82	75	84	130*	126	141*
	С 00	0	14	20	21	17	33	42	31	15	21	26	41
Печень	5	100	111	98	97	70	39*	84	65	115	66*	37*	32*
	12	100	90	63	82	77	111	113	92	62	67	50	299*
	19	100	193*	115	92	107	96	110	228*	190*	97	151*	101
	26	100	77	52*	165*	110	175*	91	57	63	122	120	144*
	С 00	0	36	42	25	22	61	13	66	56	31	85	114

*— $p < 0,05$; С00—средние относительные отклонения от уровня нормы. Абсолютные значения активности у интактных животных составляют (мкмоль/мин/мг белка) $2,5 \pm 0,1$, $n=36$ —для мозга и $(2,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-2}$, $n=36$ —для печени.

действия. Как выяснилось, в среднем по всем использованным дозам КА мозга изменяется после РО на 21%, в то время как относительное отклонение от нормы для КА печени составляет 37%. Облучение животных, предварительно подвергнутых тепловой нагрузке, повышает эти показатели соответственно до 27 и 70%. КА печени более лабильна не только по критерию средних относительных отклонений. Ситуация остается такой же и при оценке силы влияний факторов по числу производимых ими достоверных эффектов. Так, в дисперсионном комплексе КА мозга зарегистрировано 3 статистически значимых сдвига активности после РО и 4 существенных отклонения от физиологических величин при комбинированных воздействиях. Аналогичные же значе-

ния в отношении КА печени равны 5 и 8. Эти факты говорят о том, что состояние теплового напряжения организма усиливает влияние радиации на ферментативную активность тканей.

Вывод о большей действенности комбинированного облучения, сделанный на основании обобщенных данных, подкрепляется также сведениями о состоянии КА в отдельных градах дисперсионных комплексов. Достаточно отметить, что в среднем за 4 срока наблюдения только в одном случае (50 р) РО сопровождалось несколько более выраженными изменениями КА мозга, чем после использования комбинации факторов. Что же касается КА печени, то здесь сенсibiliзирующее влияние гипертермии сказывается при всех, без исключения, дозах радиации, вызывая увеличение сдвигов активности, наблюдающихся при раздельном РО.

Любопытное обстоятельство выявляется при анализе эффектов собственного термического воздействия. Оказывается, что КА мозга изменяется после тепловой нагрузки на 42% при двух значимых отклонениях, а КА печени—только на 13%, причем сдвиги активности по всем 4 составляющим эту величину точкам наблюдения носят недостоверный характер. Строго говоря, в том, что перегревание крыс может повлечь за собой неоднозначные изменения различных биохимических показателей, нет ничего неожиданного. Действительно, достигавшееся в опыте тепловое напряжение было достаточно велико, чтобы вызвать расстройство функций организма на самых различных уровнях. Но устойчивость анализируемых систем к данному экстремальному воздействию, очевидно, неодинакова.

Интересно другое, КА мозга претерпевает после тепловой нагрузки гораздо более выраженные изменения, чем после раздельного РО в любой из применявшихся доз. В дисперсионном же комплексе КА печени картина диаметрально противоположна, хотя, на первый взгляд, такое положение вещей и плохо согласуется с фактом большей чувствительности к вариантам РО и комбинаций именно последней тест-системы. Однако при детальном рассмотрении это несоответствие оказывается лишь мнимым, в полной мере подчиненным всей логике отношений, существующих в сопоставляемых дисперсионных комплексах.

В самом деле, ожидание ортодоксальности поведения ферментативной активности тканей основано на взаимосвязанных представлениях о линейной зависимости конечного эффекта от величины применяемой нагрузки, а также об аддитивности частных влияний РО и теплового фактора. Между тем, необоснованность расчетов на строгое подчинение величин нагрузок и производимых ими сдвигов КА очевидна—на полученном в эксперименте материале четко прослеживаются закономерности совсем иного рода. Так, не удается обнаружить суммирования частных эффектов РО и перегревания животных при совместном использовании этих фактов. Точно так же в отношении изучавшихся тканей отсутствует строгая пропорциональность между дозой РО и уровнем постлучевой активности. Хотя максимальные сдвиги КА мозга и печени зарегистрированы при дозе 400 р, доза 250 р (с уче-

том достоверных эффектов) в обоих случаях биохимически нейтральна, а в диапазоне 25—100 р наиболее действенна доза 50 р. Аналогична информация по комбинированным воздействиям. КА тканей животных, облученных на фоне теплового стресса, правда, и здесь более всего подвержена влиянию РО в дозе 400 р, но при снижении нагрузки обнаруживается та же неадекватность ответных реакций организма. В частности, на КА мозга и печени крыс, находящихся в состоянии теплового напряжения, РО в дозе 25 р сказывается гораздо заметнее, чем в дозах 50 и 100 р.

Полученные данные с определенностью указывают на то, что механизмы реализации радиационных, термических и комбинированных воздействий сложны и для различных тест-систем неоднозначны. Значительную роль в формировании величины результирующего признака при этом, видимо, играют влияния, связанные с нарушениями в нейрогуморальной системе. Вклад в наблюдаемые сдвиги непосредственного повреждения радиацией клеточных структур, по всей вероятности, скромнен [4].

Ленинградский государственный университет

Поступило 27.XII 1976 г.

Վ. Բ. ՄԱՏՅՈՒՇԵԳՅԱ, Վ. Ռ. ՏԱՐԱՏՈՒԻՆ, Վ. Գ. ՇԱՄՐԱՏՈՎԱ,
Գ. Ա. ՅՈՒԺԱԿՈՎԱ, Տ. Ա. ՊԵՏՐՈՎԱ

ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԾԱՆՐԱԲԵՌՆՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ
ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ԺԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԷՅԵԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԷ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հետազոտվել է առնետների գլխուղեղի և լյարդի էքստրակտի կրեատինա-կինազային ակտիվության վրա խնտենսիվ ջերմային ծանրաբեռնվածության և նրան հետևող ընդհանուր ռենտգենային ճառագայթահարման (25, 50, 100, 250 և 400 ռենտգեն շափերով) կոմբինացիոն ազդեցությունը ներգործելուց 5, 12, 19 և 26 օր անց: Պարզվել է, որ ըստ ընտրված փորձերի ջերմային ծանրաբեռնվածության վիճակը ծանրացնում է ճառագայթահարված կենդանիների կենսաքիմիական հետևանքները:

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В. В., Давыдов Б. И., Вериго В. В., Сверижев Ю. М. Сб. Основы космической биологии и медицины, 2, книга вторая, 243—267, М., 1975.
2. Лызлова С. Н., Тхоржевская З. С., Ашмарин И. П. Сб. Ферменты в эволюции животных, 3—9, М., 1969.
3. Плохинский Н. А. Дисперсионный анализ. Новосибирск, 1960.
4. Свердлов А. Г. Сб. Радиационное поражение организма. 60—84, М., 1976.