

УДК 612.014.481.1+615.849

Г. М. МИНАСЯН, А. С. ОГАНЕСЯН

## ДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ОБМЕНА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ФОСФАТОВ У БЕЛЫХ КРЫС

Результаты исследований показали, что после однократного общего рентгеновского облучения (700 р) повышается содержание неорганических фосфатов в крови и одновременно усиливается их выделение с мочой. Начиная с 5-го дня пострадиационного периода, когда проявляются выраженные признаки лучевой болезни, выделение этих веществ с мочой резко уменьшается, достигая незначительных величин перед гибелью животных.

Фосфорные соединения играют важную роль в жизнедеятельности организма. Особое значение имеют макроэргические фосфаты, которые принимают участие почти во всех основных биохимических и физиологических процессах, протекающих в живых тканях. Радиация вызывает значительные сдвиги в обмене этих веществ. Показано, что при тотальном облучении животных снижается содержание АТФ в радиочувствительных органах (селезенка, костный мозг, лимфатические железы) [1, 7], в печени отмечается кратковременное понижение ее количества с последующим восстановлением нормального уровня. Эти изменения связаны с соответствующими сдвигами в процессах дыхания и окислительного фосфорилирования, которые под действием радиации в живом организме подавляются [1, 5]. Вопрос обмена неорганических фосфатов при облучении изучен недостаточно. Сдвиги, наблюдаемые в обмене этих соединений, в определенной степени отражают изменения, происходящие в метаболизме органических фосфорных соединений.

Известно, что радиация вызывает значительные изменения в электролитном обмене, особенно в обмене ионов калия и натрия. При этом отмечаются значительные потери этих катионов с мочой, в результате чего наблюдаются определенные нарушения кислотно-щелочного равновесия организма [4, 6]. Имея в виду, что неорганические фосфаты играют важную роль как во многих биохимических процессах, так и в кислотно-щелочном гомеостазе, мы задались целью изучить динамику изменения содержания неорганических фосфатов в крови и их выделения с мочой в зависимости от стадии развития лучевой болезни.

Опыты проводили на крысах. Животных облучали на рентгенотерапевтическом аппарате РУМ-11, доза облучения 700 р, кожно-фокусное расстояние 40 см, мощность дозы 28 р/мин. Через 4—5 дней после облучения у экспериментальных животных появлялись выраженные признаки лучевой болезни (лейкопения, расстройство желудочно-кишечного

тракта, отказ от пищи и др.). Неорганические фосфаты определяли: в крови по Белл-Дойзи-Бриггс, в моче по Фиске-Суббороу.

Таблица 1

Содержание неорганических фосфатов (мг %) в плазме крови белых крыс после облучения (средние данные 6 опытов)

Экспериментальные животные	Контроль	Дни после облучения							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Нормальные	4,7 ±0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Облученные	—	4,9 ±0,4	5,3 ±0,4	6,8 ±0,8	7,3 ±0,7	8,3 ±1,1	8,0 ±0,7	7,6 ±0,5	6,8 ±0,8

Результаты исследований показали (табл. 1), что после облучения содержание неорганических фосфатов в крови повышается, достигая максимального уровня на 4—5-й день и превышая нормальное содержание примерно в два раза, после чего отмечается некоторое снижение, не достигая, однако, нормального уровня.

Интересные результаты были получены в отношении мочи. После облучения выделение неорганических фосфатов с мочой в значительной мере усиливается. Это явление продолжается до 4—5-го дня пострадиационного периода, затем наблюдается резкое снижение их количества, доходящее до незначительных величин (табл. 2). Опыты показали, что

Таблица 2

Выделение неорганических фосфатов с мочой (в мг за 24 часа) у белых крыс после облучения (средние данные 10 опытов)

Экспериментальные животные	Контроль	Дни после облучения							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Нормальные	6,8 ±0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Облученные	—	6,5 ±1,1	8,5 ±0,9	9,9 ±1,2	10,5 ±1,2	4,6 ±0,6	1,5 ±0,2	0,27 ±0,05	0,3 ±0,4

усиленное выделение неорганических фосфатов с мочой является результатом, с одной стороны, повышения их содержания в крови, а с другой—понижения их реабсорбции в канальцах почек (табл. 3). Уменьшение выделения фосфатов с мочой в стадии выраженных признаков лучевой болезни связано с резким понижением количества профильтрованных в клубочках фосфатов в результате сильного подавления интенсивности клубочковой фильтрации [2, 3].

Таким образом, результаты наших исследований показали, что общее облучение животных вызывает значительные сдвиги в обмене неорганических фосфатов в живом организме. Со второго дня после облучения отмечается повышение их содержания в крови, что продолжается

до гибели животного. Надо полагать, что это, с одной стороны, связано с подавлением интенсивности эстерификации неорганических фосфатов, а с другой — распадом ряда фосфорорганических соединений в тканях (возможно, и костной) с освобождением неорганических фосфатов, которые, поступая в кровь, повышают их количество. Рядом исследователей показано подавление дыхания и окислительного фосфорилирования в тканях облученного животного [1, 5]. Наблюдаемое усиление выделения фосфатов с мочой в первый период после облучения связано, с одной стороны, с повышением их содержания в крови, а с другой — с понижением функциональной способности канальцевых клеток реабсорбировать фосфаты из канальцевой жидкости.

Таблица 3

Изменение реабсорбции неорганических фосфатов (мг/мин) в канальцах почек у белых крыс после облучения (средние данные 5 опытов)

Фракции фосфатов	Контроль	Дни после облучения		
		1	4	7
Количество профильтрованных фосфатов	$0,176 \pm 0,02$	$0,134 \pm 0,02$	$0,128 \pm 0,02$	$0,018 \pm 0,003$
Количество выделенных с мочой фосфатов	$0,005 \pm 0,001$	$0,005 \pm 0,001$	$0,008 \pm 0,001$	$0,001 \pm 0,0002$
Количество реабсорбированных фосфатов	$0,171 \pm 0,02$	$0,129 \pm 0,01$	$0,120 \pm 0,02$	$0,017 \pm 0,002$
Процент реабсорбции	97,0	96,7	92,2	94,5

Наши прежние исследования показали, что через несколько часов после облучения (3 часа) наблюдается определенное понижение показателя реабсорбции воды в канальцах почек [3]. Надо полагать, что в процессах нарушения функциональной деятельности почек, особенно в раннем периоде после радиации, немаловажную роль играют сдвиги в эндокринной системе. Изменение функционального состояния эндокринных желез при этом установлено многими исследователями. Начиная с 4—5-го дня после облучения отмечается резкое понижение выделения фосфатов с мочой при наличии их высокого содержания в крови. В литературе имеется ряд сообщений о подавлении фильтрующей способности почек под действием рентгеновского облучения. Наши исследования показали, что при тяжелой форме лучевой болезни в результате поражения клубочкового аппарата величина фильтрации почек у крыс сильно снижается, при этом уменьшается также и количество профильтрованных в клубочках фосфатов, которые частично реабсорбируются в канальцах, и в результате резко уменьшается их выделение с мочой.

Результаты исследований показывают, что при облучении в живом организме имеют место значительные нарушения в обмене неорганических фосфатов, которые играют важную роль в жизнедеятельности организма.

Գ. Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ա. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՍՊԻՏԱԿ ԱՌՆՏՆԵՐԻ ՄՈՏ ԱՆՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՖՈՍՖԱՏՆԵՐԻ  
ՓՈՆԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ԿՈՂՄԵՐԻ ՎՐԱ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ  
ՀԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ստացված տվյալները ցույց են տվել, որ ընդհանուր ճառագայթումից հետո (700 ռենտգեն) անօրգանական ֆոսֆատների պարունակությունը արյան մեջ ավելանում է և միաժամանակ ուժեղանում է նրանց արտազատումը մեզի միլոցով: Ճառագայթման 5-րդ օրվանից սկսած, երբ առկա են ճառագայթային հիվանդության բոլոր ախտանշանները, մեզի մեջ անօրգանական ֆոսֆատները խիստ պակասում են, հասնելով շնչին քանակների՝ կենդանիների մահվանից առաջ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Байсаханов Р. и Хансон К. П. Радиобиология, 1972, 12 (1), стр. 107.
2. Курашков Н. А. и Глазунов И. С. В кн.: Радиационная медицина. М., 1960, стр. 225.
3. Минасян Г. М. и Оганесян А. С. Журн. экспер. и клинич. мед. АН Арм. ССР, 1973, XIII (4), стр. 24.
4. Пинелис В. Г. Радиационная эндокринология. М., 1967, стр. 53.
5. Суханова Г. А. и Докшина Г. А. Радиобиология, 1973, 13, стр. 433.
6. Hallauer W., Schrimelster I. In: Arztliche maßnahmen bei ceußergewöhnlicher strahlen belastung, 1967, 5, 35.
7. Yamada T., Ohyama H. Int. J. Rad. biol., 14, 169, 1968.