Э. Д. СТЕПАНЯН, Э. Г. ЗАХАРЯН, Р. А. ПЕТРОСЯН, Л. П. ГРИГОРЕНКО

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА И РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ, ФАГОЦИТАРНУЮ СПОСОБНОСТЬ Р.-Э. СИСТЕМЫ И РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ БЕЛЫХ КРЫС

В предыдущих наших исследованиях [5, 10] было установлено, что постоянный ток при известных условиях вызывает длительную стимуляцию фагоцитарной способности р.-э. системы и повышает радиоустойчивость белых крыс. Однако совершенно неизученным оставалось морфологическое выражение функциональных изменений элементов р.-э. системы, несмотря на то, что радиочувствительность организма обуславливается не только функциональными, но и морфо-физиологическими особенностями его отдельных тканей и систем [1—4, 6, 7, 11, 12].

В настоящем исследовании мы пытались определить характер пост-электрических взаимоотношений между функциональными и морфологическими свойствами р.-э. системы, а также их значение в радиочувствительности организма. В качестве морфологического показателя состояния элементов р.-э. системы была избрана митотическая активность клеток костного мозга, которые по своему генетическому происхождению и функциональным отправлениям относятся к элементам р.-э. системы или стоят близко к ним.

Материал и методика. Опыты ставились на белых крысах линии Вистар обоего пола, примерно одинакового возраста и веса (100—150 г). Подопытные животные в различное время после гальванизации или облучения декапитировались, после чего из бедренной кости извлекался костный мозг и фиксировался в ацеталкоголе (1:3) при температуре 0°C. Затем в давленных препаратах костного мозга, окрашенных ацеторсеином, определялась митотическая активность, выражающая процентное отношение числа делящихся клеток к общему количеству (10—15 тыс.) неделящихся.

Фагоцитарная способность р.-э. системы у крыс изучалась конгорот-пробой по Адлеру и Рейману в модификации Степаняна [9]. Суть ее—внутривенная инъекция 0,4 мл/100 г 0,2% раствора конгорот и получение из сердца через 4 и 30 мин двух порций крови по 0,3 мл. Далее, в окрашенной сыворотке обеих проб крови по особой методике фотоэлектроколориметрически (ФЭК-Н-57) определяется относительная концентрация конгорота. Процентное отношение содержания красителя во второй (30 мин) к первой (4 мин) порции сыворотки крови выражается конгорот-индексом, нарастание которого указывает на угнетение, а снижение—на стимуляцию поглотительной способности р.-э. системы.

Животные гальванизировались стабильным постоянным током при помощи электростимулятора АСМ-3. Свинцовые электроды одинакового размера (3,5×3,5 см) прикладывались к различным участкам тела. Продолжительность электрического раздражения составляла 20 мин. Расположение электродов и сила тока в отдельных сериях

опытов варьировали по-разному. Так, в опытах 1-ой серии анод находился в глазнично-лобной области головы, а катод—на правом бедре. Гальванизировались крысы нисходящим током 2мА. В опытах 2-ой серии крысы гальванизировались нисходящим (анод на голове), а в 3-ей—восходящим (катод на голове) током 6мА. В опытах 4-ой серии анод прикладывался к правому, а катод—к левому бедру; гальванизировались 6мА. В опытах 5-ой серии крысы подвергались только облучению, а 6-ой—облучение их производилось после нисходящей гальванизации (анод—на голове, катод—на бедре) силой 6мА.

Подопытные крысы облучались в дозе 700 р на рентгенотерапевтическом аппарате РУМ-11. Критерием радиочувствительности служил процент выживаемости облученных крыс в течение 30-дневного наблюдения. Общее поголовье гальванизированных или облученных крыс делилось на неравные группы, в большей из которых определялась митотическая активность, а меньшей—фагоцитоз.

Показатели у подопытных крыс снимались в различные сроки после действия испытываемых факторов.

Результаты исследования. По данным табл. 1. видно, что после гальванизации крыс нисходящим током 2 и 6мА (1 и 2-ая серии) митотическая активность клеток костного мозга бедра, находящегося непосредственно под катодом, возрастает; стимуляция митозов начинается через 3 часа после электризации и продолжается в течение 24 часов. Примечательно, что такая же картина возбуждения деления клеток наблюдалась и в экстраполярной конечности.

В этих условиях фагоцитарная способность р.-э. системы тут же после гальванизации животных стимулировалась прогрессивным ее усилением через 3 и 24 часа.

Сходные явления отмечались и в опытах 3-ей серии при восходящей гальванизации крыс, с той разницей, что митотическая активность сразу после электрического раздражения нарастала, а фагоцитоз варьировал в рамках нормы.

Таким образом, изложенные результаты, с одной стороны, свидетельствуют о синхронном усилении митотической активности и фагоцитоза при действии постоянного тока на организм, с другой,—указывают на независимость изменения митозов от полярности тока.

Для окончательного установления независимости изменения митозов от направленности тока были поставлены опыты 4-ой серии, где у одной и той же крысы анод покоился на правом, а катод—на левом бедре. Как и следовало ожидать (табл. 1), в обоих случаях митотическая активность в равной степени повышалась, что позволяет считать бесспорным факт независимости усиления митозов от направленности постоянного тока.

Однонаправленные постэлектрические изменения костно-мозговых митозов и фагоцитоза имели для нас принципиальное значение. Они служили веским доказательством того, что митотическая активность определялась нами на клетках костного мозга, в действительности относящихся к элементам р.-э. системы или близко стоящих к ним.

С обнаружением морфо-функционального параллелизма в элементах р.-э. системы возможность комплексного участия митотической активности и фагоцитоза в формировании радиочувствительности организ-

Изменения митотической активности и конгорот-индекса после гальванизации белых крыс

Серия	Условия опыта	После электрического раздражения													
		митотическая активность, ‰									конгорот-индекс				
		норма	п о д						экстраполярно			норма	ч е р е з		
			анодом			катодом			10 мин	3 час.	24 час.		10 мин	3 час.	24 час.
10 мин	3 час.	24 час.	10 мин	3 час.	24 час.	10 мин	3 час.	24 час.							
1	Гальванизация, 2 мА (анод—голова, катод—бедро)	1,65 (5)	—	—	—	1,58± 0,0010 (3)	3,000± 0,0020 (4)	2,4± 0,0007 (4)	1,4± 0,0009 (3)	2,6± 0,0010 (4)	2,0± 0,0006 (4)	47±1,56 (7)	38± 0,26 (12)	26± 0,94 (10)	32± 1,27 (5)
2	Гальванизация, 6 мА (анод—голова, катод—бедро)	—	—	—	—	1,60± 0,0008 (3)	2,8± 0,0009 (4)	2,5± 0,0008 (3)	1,7± 0,0006 (3)	3,1± 0,0001 (4)	2,7± 0,0001 (3)	—	42± 1,49 (10)	32± 1,09 (10)	37± 1,45 (5)
3	Гальванизация, 6 мА (анод—бедро, катод—голова)	—	22± 0,0009 (3)	2,7± 0,0001 (4)	3,2± 0,0014 (3)	—	—	—	1,9± 0,0007 (3)	2,6± 0,0008 (4)	2,3± 0,0030 (3)	—	50± 0,23 (12)	35± 1,14 (12)	41± 1,55 (5)
4	Гальванизация, 6 мА (анод—правое бедро, катод—левое бедро)	—	1,3± 0,0008 (4)	2,4± 0,0012 (4)	2,2± 0,0007 (4)	1,3± 0,0008 (4)	2,4± 0,0010 (4)	2,2± 0,0014 (4)	—	—	—	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е: в скобках указывается количество животных.

ма принимала реальный смысл. Особенно при учете того, что р.-э. система в организме выполняет защитно-физиологические функции и болезнетворные агенты, к числу которых относятся электрический ток и проникающее излучение, не только специфически их возбуждают, но и вызывают функциональные и структурные нарушения [8].

С целью проверки указанной возможности в опытах 5-ой серии крысы подвергались только общему облучению, а 6-ой—облучались через 10 мин после их нисходящей гальванизации в 6мА. Из данных, приведенных в табл. 2, явствует, что тотальное облучение крыс приводит через 3 и 24 часа к резкому подавлению митозов и фагоцитоза. На 4-ый день оба показателя заметно возрастают. Иначе говоря, проникающее излучение вначале синхронно подавляет, а затем стимулирует митоз и фагоцитоз.

Разнонаправленные эффекты, возникающие в начале действия постоянного тока и проникающего излучения на организм подавали надежду на возможность противолучевого влияния гальванизации, которая полностью оправдалась в завершающих опытах 6-ой серии (табл. 2).

Таблица 2

Совместное воздействие гальванизации и облучения на митотическую активность, конгорот-индекс и выживаемость белых крыс

Серия	Условия опыта	После облучения							Процент выживаемости облученных крыс за 30 дней	
		митотическая активность, %			конгорот-индекс, %					
		норма	через			норма	через			
			3 час.	24 час.	4 дня		3 час.	24 час.		4 дня
5	Облучение, 700 р	$1,42 \pm 0,0015$ (4)	$0,80 \pm 0,0025$ (5)	$0,78 \pm 0,0009$ (3)	$2,10 \pm 0,0070$ (4)	$55 \pm 1,31$ (5)	$72 \pm 1,48$ (5)	$60 \pm 1,51$	$38 \pm 0,28$	0 (15)
6	Гальванизация, 6 мА (анод—голова, катод—бедро)+облучение в 700 р	$1,1 \pm 0,019$ (4)	$2,0 \pm 0,0025$ (4)	$3,1 \pm 0,0011$ (3)		$65 \pm 1,82$ (5)	$37 \pm 2,6$	$32 \pm 1,3$		81,5 (20)

Примечание: в скобках указывается количество животных.

Действительно, через 3 часа после совместного воздействия на организм постоянного тока и облучения митотическая активность и отчасти фагоцитоз хотя и подавляются, но гораздо слабее, чем только после радиации. А спустя 24 часа после этого оба показателя по сравнению с одним только облучением четко активизируются. Но самое главное, предварительная гальванизация резко повышала процент выживаемости облученных крыс.

Стало быть, гальванизация животных не только ослабляет или предотвращает угнетающее влияние ионизирующей радиации на митотическую активность и фагоцитоз, но и в значительной мере повышает радиоустойчивость организма. Очевидно, радиозащитный эффект гальванического тока во многом предопределяется повышением фагоцитарной и репаративной способности элементов р.-э. системы.

Создается впечатление, что митотическая активность и фагоцитоз играют важную, но не исключительную роль в радиочувствительности организма, с признанием чего открываются реальные возможности для направленного изменения радиорезистентности путем преимущественного воздействия на фагоцитарные и репаративные свойства элементов р.-э. системы.

Помимо сказанного, анализ результатов постэлектрического повышения митотической активности позволяет считать, что стимуляция фагоцитоза обуславливается не только усилением функции, но и увеличением поглотительной емкости р.-э. системы вследствие гиперплазии и гипертрофии ее элементов.

Однотипные биологические эффекты, наблюдаемые в поздние сроки после действия на организм электрического тока и проникающего излучения, намекали о сходстве механизмов, лежащих в основе их происхождения. Из всевозможных допущений в первую очередь возникает мысль об аутоантигенном механизме их действия. По-видимому, кроме рефлекторного и непосредственного влияния электрического тока и лучевого агента на реагирующие системы, в организме еще образуются или высвобождаются аутоантигены, приводящие в конечном итоге к длительному усилению фагоцитоза и митотической активности элементов р.-э. системы.

Подчеркивая сходство в их действии, мы не забывали и об имеющихся различиях, проявляющихся в понижении митоза вначале после облучения и в повышении его после электризации животных. Именно нивелирование эффектов в позднее время после действия на организм двух качественно различных физических агентов наводило главным образом на мысль об аутоантигенном их механизме влияния на митотическую активность и фагоцитоз.

Институт зоологии
АН АрмССР

Поступило 30.III 1970 г.

Է. Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Է. Գ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ, Ռ. Ա. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Լ. Պ. ԳՐԻԳՈՐԵՆԿՈ

ՀԱՍՏԱՏՈՒՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԵՎ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ
ԱԶԳԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՊԻՏԱԿ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ Ռ.-Է. ՄԻՍՏԵՄԻ ՄԻՏՈՏԻԿ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ, ՖԱԳՈՑԻՏԱՅԻՆ ՀՍԿՎՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՌԱԴԻՈԶԳՐԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Սպիտակ առնետների վրա կատարված փորձերից պարզվեց, որ հայտնի պայմաններում հաստատուն հոսանքը և ռենտգենյան ճառագայթահարումը

առաջացնում են ու-է. սխտեմում միտոտիկ ակտիվության և ֆագոցիտային հատկության սինխրոնիկ փոփոխություն: Ընդ որում, այդ փոփոխությունը կատարվում է հաստատուն հոսանքի բևեռայնությունից անկախ:

Հետագայում հայտնաբերվեց, որ կենդանիների նախնական գալվանիիզացումը նվազեցնում կամ հեռացնում է ճառագայթահարման ճնշող ազդեցությունը ֆագոցիտոզի և միտոտիկ ակտիվության վրա և, բացի այդ, բարձրացնում է օրգանիզմի ռադիոդիմազոզությունը:

Այսպիսով, ստացված արդյունքների շնորհիվ, ռեալ հնարավորություն է ստեղծվում, ազդելով առավելապես ու-է. սխտեմի ֆագոցիտային և ռեպարատիվ հատկությունների վրա, նպատակասլաց փոխել օրգանիզմի ռադիոզացոզությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Александровская М. М. Всесоюз. конф. по мед. радиологии. Тез. докл., М., 1956.
2. Горизонтов П. Д. Патологическая физиология острой лучевой болезни. М., 1958.
3. Граевский Э. Я. и Шапиро Н. И. Современные вопросы радиобиологии. Л., 1957.
4. Дурмишьян М. Г. Реакции организма на действие малых доз ионизирующей радиации. М., 1962.
5. Захарян Э. Г. Биол. журн. Армении, 22, 6, 1969.
6. Могильницкий Б. Н. и Брумштейн М. С. Вопросы проницаемости кровеносных капилляров в патологии. М., 1949.
7. Неменов М. И. Рентгенотерапия через воздействие на нервную систему. Л., 1950.
8. Павлов И. П. Полное собр. труд., 2, М.—Л., 1946.
9. Տեփանյան Յ. Դ. Լաբորատորնո ցույց, 2, 1963.
10. Տեփանյան Յ. Դ., Յախարյան Յ. Գ., Սեփոսյան Ք. Ա. և Գրիգորենկո Լ. Ս. Биол. журн. Армении, 22, 4, 1969.
11. Тарханов И. Р. Больничная газета Боткина, 1896.
12. Vasc Z. a. Alexander P. Fundamentals of Radiobiologie. London, 1955.