

ФИЗИОЛОГИЯ

Г. С. СТРЕЛИН, Н. К. ШМИДТ и Ю. Г. ЗИЛЬБЕРГ

**ОБ ОСЛАБЛЕНИИ ПОВРЕЖДАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ
ЛУЧЕЙ НА КОЖУ КРОЛИКА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЧЕРЕЗ СВИНЦОВУЮ
РЕШЕТКУ**

(Представлено академиком Н. Н. Аничковым 27 IX 1950)

В рентгенологических исследованиях, проделанных на разных объектах: гидре (¹), турбеллярии (*Planaria*) (²), кольчатом черве (*Rinchelmiss*) (³) и, главным образом, на аксолотле (⁴⁻⁸), было обнаружено, что облученная часть организма, потерявшая способность к регенерации, может восстановить эту способность, если путем сращивания или трансплантации она приводится в тесный контакт с неосвещенными, здоровыми тканями.

Эти факты хорошо согласуются с немногочисленными пока наблюдениями, опубликованными в медицинской литературе (^{9, 10}), в которых выяснилось, что при частичном облучении рентгеновскими лучами кожи человека через металлическую решетку ее повреждение, эритема, достигается при больших дозах, чем в случае сплошного освещения поля. В этом случае, как и в приведенных выше опытах с регенерацией, несомненно, репарация повреждения, вызванного рентгеновскими лучами, происходит в связи с взаимодействием облученных и необлученных тканей.

Дальнейшее изучение роли этого взаимодействия в репарации и его природы, до сих пор выясненной совершенно недостаточно, представляется нам весьма существенным как для проблемы механизма действия коротковолновых лучей на биологические объекты, так и для обоснования метода десенсибилизации кожи с помощью решетки, применявшегося отдельными авторами (⁹) в рентгенотерапии злокачественных новообразований.

В настоящем сообщении приводятся результаты опытов, проделанных нами над 21 взрослым кроликом с повреждением кожи рентгеновскими лучами при частичном ее облучении через свинцовую решетку и при сплошном облучении поля.

У кроликов в крестцовой области на одной стороне тела через свинцовую решетку и без решетки — на другой облучались рентгеновскими лучами одинаковые эпилированные за несколько дней до опыта химическим способом участки кожи площадью 25 см² каждый. Облучение производилось при питании трубки от аппарата типа Стабиливольт, напряжении 90 кв, силе тока 4 ма, расстоянии от антикатода до объекта 23 см, фильтре 1 мм алюминия. Мощность дозы равнялась 90 г / мин. Решетка, которой мы пользовались, состояла из свинцовых полосок. Толщина их равнялась 0,5 мм, ширина 3 мм, промежутки между ними 4,5 мм. Решетка покрывалась парафином, благодаря чему прилипала во время облучения к поверхности кожи и не сдвигалась.

Таблица 1

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	Длительность опыта в сутках	• • •	41	60	28	52	65	38	107	67	58	56	80	65	46	55	156
Дозы при сплошном облучении в г	750	1000	1500	2000	3000	4000	1500	2000	3000	4000	5000	4000	1000	1000	1500	2000	4000
Дозы на облученных полосках в г	1500	2000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	3000	4000	8000	10000	3000	6000	12000	12000	4000

В большинстве случаев на всю площадь квадрата, облученного через решетку, падало благодаря вдвое большей длительности рентгенезации такое же количество квант, как на соответствующий участок, облучавшийся без решетки.

Полоски кожи, непосредственно облучавшиеся через решетку, получали при этом приблизительно вдвое большую дозу, чем кожа, облучавшаяся без решетки.

В других опытах на площадь квадрата, облученного через решетку, падало в 1,5, 3 и 4 раза больше энергии, чем на площадь, облучавшуюся без решетки, что достигалось соответствующим увеличением продолжительности рентгенезации кожи, прикрытой решеткой. В этих случаях, очевидно, непосредственно облученные через решетку полоски кожи получали в 3, 6 и 8 раз большие дозы, чем кожа другой стороны тела при облучении без решетки.

Представляло интерес, прежде всего, сравнить степень повреждения, вызываемого в коже на облученных полосках и при сплошном облучении, и выяснить, таким образом, влияет ли присутствие в составе кожи необлученных участков на реакцию облученных. Эти сопоставления были проделаны нами на материале, представленном в табл. 1.

Во всех опытах применялось однократное облучение. Критерием для сравнения повреждения являлось возникновение и развитие гиперемии кожи, шелушение, выпадение успевшей появиться после эпилляции шерсти и изъязвление. Мы учитывали также исчезновение этих признаков повреждения, происходящее при его репарации.

В приведенных наблюдениях мы получили следующие результаты. В опытах 1—10 (кроме 6) изменения, вызванные действием рентгеновских лучей на облученные с помощью решетки полоски кожи, были выражены меньше, чем в коже, облученной без решетки, несмотря на то, что дозы в каждом из указанных опытов были при частичном облучении кожи вдвое больше, чем при сплошном. То же положение относится к опытам 11, 12 и 14, несмотря на то, что в этих опытах дозы, полученные кожей на полосках при облучении через решетку, были в 3 и в 6 раз большие, чем при сплошном облучении.

Выпадение шерсти вследствие рентгенезации произошло позже в опытах 2, 5 и 7 на облученных полосках. В опытах 2, 7 и 8 шерсть появилась на облученных полосках ранее, чем при общем облучении. В опытах 2, 3, 4, 5, 7, 8 и 13 меньшее повреждение кожи на облученных полосках выражалось особенно отчетливо в более слабой гиперемии.

При действии излучения в дозах 4000 и 5000 г без решетки (опыты 9, 10, 15 и 16) во всех случаях развивающееся повреждение привело к изъязвлению в большей части облученного поля. Ни при этой дозе (опыты 7, 8, 15, 16), ни при значительно больших (опыты 9, 14) в условиях частичного облучения изъязвлений не наблюдалось.

Существенно указать, что в ряде опытов (4, 5, 7, 8, 13, 15 и 16) в начале своего развития повреждение кожи на облученных полосках имело такую же степень, а в трех случаях большую, чем повреждение кожи, подвергнутой сплошному облучению. Позже, однако, положение изменилось в пользу частичного облучения.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что в условиях облучения через решетку, благодаря взаимодействию между необлученными и облученными участками кожи, в последних резко, при некоторых условиях в 6—8 раз, снижается степень вызываемого облучением повреждения.

При этом имеется основание считать, что указанное ослабление реакции обусловлено не уменьшением первоначального повреждения, а относительно быстрой его репарацией.

Таблица 2

	Сутки	3	7	12	16	19	22	25	30	33	37	40	43
Опыт № 4	Общ. облуч. Доза 1500 г	458	287	323	207	175	140	113	54	19	2,5	1	0
	Облуч. с решеткой. Средн. доза на поверхности 1500 г	402	294	148	115	70	30	9	0	0	0	0	0
Опыт № 5	Сутки	1	5	7	10	12	17	25	29	32			
	Общ. облуч. Доза 1500 г	537	365	397	217	174	86	5	3	0			
Опыт № 7	Облуч. с решеткой. Средн. доза на поверхности 1500 г	509	275	263	130	32	0	0	0	0			
	Сутки	2	9	11	16	19	21	24	26	32	37	45	56
Опыт № 8	Общ. облуч. Доза 2000 г	318	326	243	244	228	121	161	130	111	72	72	2
	Облуч. с решеткой. Средн. доза на поверхности 2000 г	300	222	165	52	16	9	2	1,5	0	0	0	0
Сутки	3	5	8	13	18	21	24	28	35	45			
Опыт № 8	Общ. облуч. Доза 2000 г	651	672	739	784	644	492	265	84	9	0		
	Облуч. с решеткой. Средн. доза на поверхности 2000 г	615	680	532	625	221	142	47	0	0	0		

Стремясь ввести объективный критерий для суждений о снижении эффекта при облучении кожи через решетку, в опытах 4, 5, 7, 8, 13 и 14 в середине облученных участков кожи на обеих сторонах тела через 10—15 и более суток после рентгенопланирования мы вырезали квадратные лоскуты кожи площадью в 4 см², обнажая фасцию, и прослеживали затем процесс заживления получившихся ран. Уменьшение раневой поверхности регистрировалось последовательной зарисовкой ее контуров на отмытой рентгенопленке. Результаты измерения зарисованных площадей в квадратных миллиметрах даны в табл. 2.

Приведенные данные показывают, что скорость заживления ран в коже, облученной через решетку, происходит значительно быстрей, чем в коже, облученной без решетки. Это происходит несмотря на то, что при обоих способах облучения на кожу попадало одно и то же количество энергии излучения.

В опытах 17, 18 и 19 наносились раны у кроликов, вовсе не подвергавшихся облучению. Заживление ран происходило совершенно синхронно.

В опытах 13, 14, 20 и 21 на кожу через решетку было дано в 3 и 4 раза больше энергии, чем на соответственный участок кожи при сплошном облучении. Регенерация кожных ран происходила в этих опытах примерно с одинаковой скоростью при облучении через решетку и без нее.

Мы объясняем этот факт одинаковой степенью подавления регенерации. Если это так и если по подавлению регенерационной способности можно судить о степени повреждения кожи рентгеновскими лучами, то на основании наших опытов следует сделать вывод о том, что, применяя облучение через решетку вместо сплошного облучения, можно при некоторых условиях значительно увеличить глубинную дозу рентгеновских лучей, не усиливая повреждения кожи. Этот вывод делает перспективным дальнейшее изучение взаимодействия между облученными и необлученными рентгеновскими лучами тканями и настоятельно требует разработки методов применения решетки в глубокой рентгенотерапии.

Центральный рентгенологический,
радиологический и раковый институт
Министерства здравоохранения СССР
Ленинград

Поступило
21 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Ф. Евлахова, ДАН, **53**, № 4 (1946). ² Н. Н. Шевченко, Бюлл. эксп. биол. и мед., **6**, в. 3 (1938). ³ Л. Н. Жинкин, Тр. ЛЭЗМ АН СССР, **3** (1934).
⁴ Э. Е. Уманский, Биол. журн., **6** (4) (1937). ⁵ Э. Е. Уманский и Ю. А. Басина, ДАН, **60**, № 4 (1948). ⁶ Е. Пухальская, Бюлл. эксп. биол. и мед., **10**, в. 3 (1940). ⁷ Л. Д. Лиознер, ДАН, **57**, № 6 (1947). ⁸ В. Ф. Сидорова, ДАН, **68**, № 5 (1949). ⁹ А. А. Цейтлин, Acta Medica, в. 1 (1945). ¹⁰ T. Liberson, Radiology, **20**, 3 (1933).