

Г. С. СТРЕЛИН

**ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭПИТЕЛИИ РОГОВИЦЫ
ЛЯГУШКИ ПРИ ОБЩЕМ И ЧАСТИЧНОМ ЕГО ОБЛУЧЕНИИ
РЕНТГЕНОВСКИМИ ЛУЧАМИ**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 27 VI 1950)

Различные линии исследования приводят к представлению о том, что между облученными и необлученными рентгеновскими лучами частями организма или тканями возникает взаимодействие, от которого в большей степени зависит развитие и репарация повреждения, вызванного влиянием лучей. Изучение этого взаимодействия важно, так как оно дает возможность выяснить некоторые стороны механизма биологического действия иррадиации и, вместе с тем, может помочь более выгодному использованию коротковолновых лучей в терапии.

Непосредственно влияние необлученных тканей на облученные выяснялось в опытах с трансплантацией (¹⁻⁴) и сращиванием (^{5, 6}), показавших на различном материале, что наличие неповрежденных тканей в составе рентгенизированных тканей может предупредить подавление регенерационной способности. Интересующее нас взаимодействие изучалось в нашей лаборатории путем сравнения эффективности действия рентгеновских лучей при общем и частичном (через свинцовую решетку) освещении разных объектов. Это сообщение посвящено результатам работы над эпителием роговицы лягушки, дающим возможность использовать как критерий повреждения и его репарации нарушение и восстановление функции клеточного деления (⁷).

Одна из роговиц в каждом опыте облучалась через прилегавшую к ней решетку, толщина и ширина перекладин которой, как и промежутков между ними, равнялась 0,5 мм. Таким образом, непосредственному действию лучей подвергались лишь 4—5 узких полосок эпителия, чередовавшихся с такими же, необлученными. Парная роговица или облучалась целиком с той же дозой или экранировалась свинцом, как и все тело лягушки, оставаясь необлученной. Изучалось влияние облучения при дозах 450, 900, 1800, 3600 и 7200 г в следующих условиях: напряжение 160 кв, сила тока 4 ма, без фильтра, расстояние объекта от анода 23 см, мощность дозы равнялась 350 г/мин. Перед облучением лягушки подвергались эфирному наркозу, что обеспечивало неподвижность роговицы в отношении решетки в течение опыта. Роговицы фиксировались через 1; 3; 5; 7 и 10 суток после воздействия. Из них делались тотальные препараты, окрашенные железным гематоксилином по Ясвоину. С помощью крестовидного столика при иммерсионном увеличении последовательно в каждом поле зрения, ограниченном квадратной диафрагмой, регистрировалось и отмечалось точками на клетчатой бумаге положение кариокинетических фигур. Учитывалось также искажение митозов, заметное особенно отчетливо на стадии анафазы (⁷). Исследованию подвергалось 116 карт, составленных указанным способом. На рис. 1 приведены такие карты, нижняя часть которых обрезана, так как

содержит мало митозов, в связи с наличием у лягушки градиента физиологической активности в эпителии роговицы (8).

Основным результатом проведенного исследования является доказательство того, что при частичном облучении эпителия подавление мито-

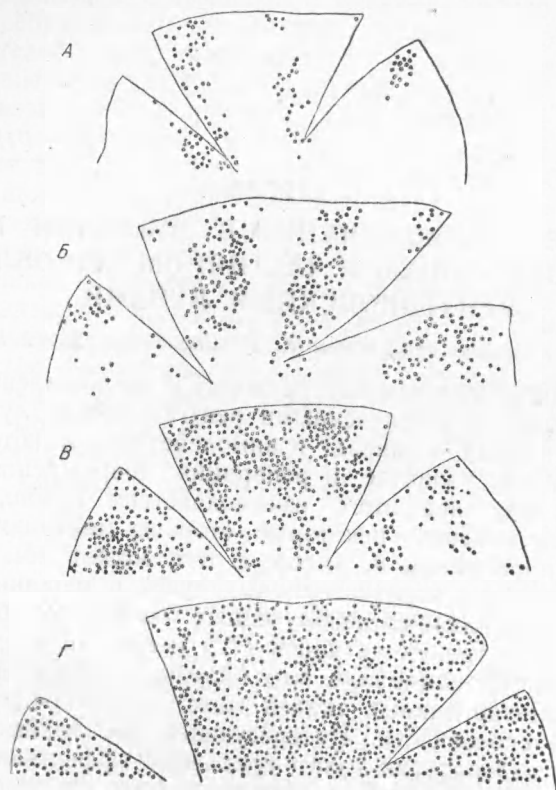


Рис. 1. Распределение клеточных делений в эпителии роговиц после их облучения рентгеновскими лучами через свинцовую решетку. А — 1 сутки после воздействия, доза 3600 г. Б — 1 сутки, 1800 г. В — 5 суток, 1800 г. Г — 7 суток, 1800 г.

тической активности клеток достигает значительно меньшей степени, чем при общем освещении с равной дозой. Этот вывод обосновывается под-

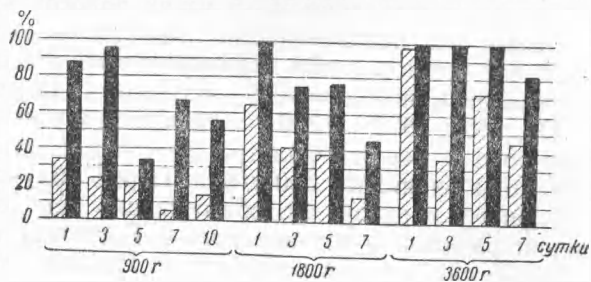


Рис. 2. Подавление активности клеточного деления в эпителии роговиц рентгеновскими лучами при частичном (штриховка) и при общем (сплошные столбики) облучении

счетами митозов, главным образом в опытах с облучением при дозах 900 г (28 роговиц) и 1800 г (36 роговиц). На рис. 2 сопоставлена степень подавления митотической активности в эпителии роговиц, облученном через решетку и целиком, выраженная в процентах. Степень подавления вычислялась при частичном облучении по отношению к митотиче-

ской активности клеток эпителия, экранированного свинцовыми полосками, в той же роговице. При анализе общего освещения, в парной роговице, она определялась по отношению к той же величине. Законность сравнения приводимых цифр оправдывается тем, что число и распространение митозов в парных роговицах лягушки в норме постоянно оказывается близким ⁽⁸⁾ и также тем, что в эпителии, защищенном свинцовыми полосками, процент делящихся клеток, при указанных дозах, заметно не отличается от того, который имеется в контрольных неосвещавшихся парных роговицах (7 опытов с дозой 1800 г, 1 и 3 суток после облучения).

При дозе 900 г достигается особенно сильный разрыв в эффекте частичного и общего освещения, сохраняющийся или даже увеличивающийся во времени (см. рис. 2). С повышением дозы подавление при частичном облучении относительно сильно возрастает и меньше отличается от подавления, вызванного общим облучением.

Сопоставляя полученные данные и учитывая, с некоторой оговоркой (см. ниже), опыты с дозой 3600 г (изучено 34 роговицы), можно убедиться в том, что частичное облучение через решетку в 3—4 раза менее эффективно, чем общее: сходная степень подавления митотической активности вызывается при частичном облучении в дозе 3600 г, при общем облучении — в дозе 900 г. Этот вывод имеет определенное значение, так как он обосновывает попытки применить металлические решетки при глубокой терапии для защиты кожи, делавшиеся отдельными авторами ⁽⁹⁾.

Не только ослабление сравнительно быстро проходящего первичного эффекта, о котором шла речь, указывает на десенсибилизирующее значение решетки при облучении. Оно обнаруживается также и в уменьшении так называемого вторичного эффекта, который состоит в искажении появляющихся после облучения фигур деления, длится весьма долго и уродует клетки, приводит их к гибели ⁽⁷⁾. Соответствующие подсчеты на 18 роговицах, из опытов с дозами 900 г и 1800 г показали, что в облученном через решетку эпителии встречается атипичных митозов в среднем 3,4%, тогда как при общем облучении с теми же дозами этот процент достигает 10,3. Исследования в более длительных опытах должны подробнее осветить это явление.

Пытаясь объяснить пониженный эффект действия рентгеновских лучей в случае облучения через решетку, мы считаем, что это снижение обусловлено оздоравливающим влиянием на облученные участки эпителия соседних с ним неповрежденных тканей. Приведенные наблюдения вряд ли могут дать повод к представлению о замещении поврежденных клеток здоровыми путем миграции последних, хотя такая форма репарации повреждения может при определенных условиях иметь значение. С большим основанием можно допустить, что рентгеновскими лучами разрушаются в клетке какие то вещества, может быть ферменты, необходимые для наступления клеточного деления и что эти вещества, поступая из необлученных участков тканей в облученные, предупреждают или ослабляют в них проявление действия лучей. Косвенное подтверждение даваемого нами объяснения получено Манойловым и Семеновым, показавшими, что фермент дезоксирибонуклеополимераза, имеющий близкое отношение к синтезу белков, инактивируется *in vitro* рентгеновскими лучами при дозах порядка 1000 г. О значении распространения химического фактора в репарации повреждения говорит также постепенность, с которой происходит во времени сужение полосок эпителия с подавленной митотической активностью (рис. 1).

Наряду с оздоравливающим влиянием необлученных тканей на облученные, при применении больших доз, 3600 г и особенно 7200 г по крайней мере в первые сроки после облучения, явственно проявляется и обратное влияние облученных тканей на необлученные. В связи с этим,

повреждение распространяется на участки, защищенные при облучении свинцовыми перекладинами решетки, и полоски, в которых деление клеток подавлено, расширяются (рис. 1 А). При дозе 3600 г в 1-й и 3-й день после облучения, подавление в экранированном эпителии достигает, как показало сопоставление с необлучавшимися рогами, в среднем 35%. Это обстоятельство должно быть учтено при оценке результатов облучения с дозой 3600 г, приведенных на рис. 2. Показанное на нем подавление митотической активности как при частичном, так и при общем облучении, следует считать ниже реального на 35%. Внесение поправки не изменяет сделанных выводов.

В опытах с дозой 7200 г подавление равнялось иногда 100%. Так как вычисление показывает, что при экранировании свинцом толщиной 0,5 мм только при дозах рентгеновских лучей, превосходящих 30 000 г, может происходить непосредственное подавление клеточного деления в эпителии рога (450 г без экрана его не вызывает), мы имеем основание рассматривать наблюдающееся подавление, как результат вторичного излучения, а может быть как результат, связанный с распространением каких-то ядовитых веществ, возникающих в тканях, непосредственно подвергавшихся облучению.

Центральный рентгенологический,
радиологический и раковый институт
Ленинград

Поступило
6 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Э. Уманский, Бюлл. exper. биол. и мед., 8, 2 (1939). ² Н. Н. Шевченко, там же, 6, 3 (1938). ³ Е. Пухальская, там же, 10, 3 (1940). ⁴ Л. Д. Лизнер, ДАН, 57, № 6 (1947). ⁵ Л. К. Жинкин, Тр. ЛЭЗМ, 3, 71 (1934). ⁶ В. Ф. Евлахова, ДАН, 53, № 4 (1946). ⁷ Т. С. Стрелин, Вестн. рентгенол., 12, 98 (1934). ⁸ Т. С. Стрелин, Арх. биол. наук, 3, 37 (1935). ⁹ А. А. Цейтлин, Acta medica, № 1 (1945).