Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 2

БИОФИЗИКА

Т. В. КРЕСТИНСКАЯ

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ НА НЕРВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РОГОВИЦЫ ГЛАЗА

(Представлено академиком К. М. Быковым 28 II 1955)

Имеется довольно много наблюдений в отношении влияния ионизирующего излучения на эпителий, соединительную ткань, кровь, обменные процессы. Данные же о действии лучей на тканевые элементы нервной системы очень ограничены и противоречивы.

Среди большинства исследователей существует мнение, что тканевые элементы нервной системы — нервные клетки, волокна и окончания — чрезвычайно устойчивы к повреждающему воздействию ионизирующего излучения ([1, 2] и др.). Однако такая точка зрения противоречит нашим представлениям о значении нервной системы в развитии различных патологических процессов. Имеется ряд физиологических и клинических наблюдений, несомненно подтверждающих важнейшую роль нервной системы в развитии лучевой болезни и местного лучевого повреждения. Об этом же говорят и имеющиеся немногочисленные морфологические работы в этой области.

М. С. Лютерштейн и А. В. Рахманов ([3]), изучая влияние рентгеновских лучей на нервные окончания в коже, нашли наряду с изменениями эпидермиса и подлежащей соединительной ткани значительные изменения нервных волокон, выражающиеся в их избыточном разрастании, повышении аргентофильности и наличии по ходу волокон довольно крупных варикозностей.

М. Н. Майсель ([4]), также при изучении влияния рентгеновских лучей на нервные элементы кожи, обнаружил значительную перестройку интерэпителиального, подэпителиального и лежащих глубоко в соединительной ткани кожи нервных сплетений. Перестройка эта выражается в усиленном разрастании нервных волокон, покрытых небольшими варикозностями и заканчивающихся колбами роста. Указанные изменения автор наблюдал через 3—4 недели после облучения кожи дозами в 1500—3000 г.

Б. Н. Могильницкий, Л. Д. Подлящук и М. И. Сантоцкий ([5]) исследовали состояние периферических нервов и вегетативных ганглиев при местном облучении их дозами от 450 до 3600 г. Животные находились под наблюдением от 4 до 35 дней.

По данным авторов, малые дозы не вызывают никаких морфологических изменений в нервах. Дозы в 1500—1800 г вызывают лишь незначительные изменения, которые к 21—30 дню сходят на-нет. Сравнительно же большие дозы, 3600 г, вызывают более грубые деструктивные изменения в миэлиновых волокнах, однако гибели нерва при этом не происходит.

Наконец, у Глаунер ([6]) мы находим ссылку на работу Сузуки, который, облучая большими дозами нижний мезентериальный узел у кролчихи, обнаружил через 28—30 дней после облучения дегенеративные изменения ядер клеток вегетативного ганглия.

Приведенные выше литературные данные подтверждают возможность непосредственного повреждения рентгеновскими лучами тканевых элементов нервной системы. Однако вследствие недостаточности морфологиче-

ских работ в этой области необходима дальнейшая разработка этого вопроса.

Настоящая работа посвящена изучению периферической иннервации роговицы глаза в условиях развития рентгеновского повреждения при местном облучении.

Поскольку иннервация роговицы в норме изучена достаточно полно ([7–9] и др.), мы ставили перед собой задачу выявить возможные изменения нервных элементов роговицы глаза при ее облучении рентгеновскими лучами с тем, чтобы впоследствии сопоставить их с изменениями других тканей роговицы, также наблюдаемыми при облучении.

Объектом нашего исследования были роговицы крыс. Исследован материал от 94 животных, из которых 20 облучению не подвергались и служили контролем. У подопытных животных облучался только правый глаз, левый же, по возможности, тщательно экранировался.

Условия облучения $I = 10$ ма, $V = 180$—197 в; расстояние 23 см, фильтры 0,5 Cu + 1 Al или 1 Al. Применялись дозы 750, 1800, 3600 и 7200 г. Исследовались роговицы как экронированного, так и облученного глаза. Материал для исследования брался через 1, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 суток после облучения. Фиксация производилась в 12% нейтральном формалине. Роговицы импрегнировались серебром тотально, по методу Бильшовского — Грос, с последующей докраской квасцовым кармином.

Изучение экспериментального материала показало, что однократное облучение роговицы дозой в 750 r не вызывает почти никаких видимых морфологических изменений нервных волокон и окончаний в роговице глаза даже через 20—30 дней после ее облучения. Можно отметить лишь повышенную аргентофилию нервных элементов роговицы, наблюдаемую начиная с 10—15 дня после облучения.

Изменения волокон и окончаний в роговице, наблюдаемые при однократном облучении ее дозой в 1800 r, также очень незначительны. Начиная с 10—15 дня, можно отметить резко повышенную аргентофильность нервных волокон, особенно мякотных, проходящих в составе глубоких соединительнотканных и более поверхностных субэпителиальных и интерэпителиальных сплетений. На 20 сутки после облучения уже значительная часть миэлиновых волокон глубокого соединительнотканного сплетения, особенно на периферии роговицы, покрыта довольно большими удлиненными варикозностями, в части которых отчетливо видны разволокненные нейрофибрилли. К 30 суткам после облучения указанные изменения волокон сходят на-нет и волокна как поверхностные, так и глубоких сплетений имеют почти нормальный вид. Только на периферии роговицы в составе глубоких соединительнотканных сплетений можно еще встретить единичные маленькие варикозности по ходу волокон.

При облучении роговицы уже большими дозами в 3600 и 7200 r нам удалось получить более четкие изменения ее нервных элементов. Характер этих изменений при обеих дозах почти одинаков, за исключением лишь того, что при дозе в 7200 r все описываемые изменения нервных элементов выражены несколько сильнее. При применении больших доз уже на 5—10 день после облучения в составе пучков глубоких соединительнотканных сплетений на периферии роговицы можно найти значительно измененные миэлиновые нервные волокна. Последние аргентофильны, местами разволокнены и варикозны, местами предельно истончены.

В более поздние сроки (15—20 день после облучения) указанные изменения миелиновых волокон глубоких сплетений выражены наиболее четко (см. рис. 1), однако фрагментации и зернистого распада волокон нам наблюдать ни разу не удавалось. В эти же сроки можно уже найти измененные волокна и в составе более поверхностных субэпителиальных сплетений. Поражаются при этом преимущественно мякотные волокна. Безмякотные же волокна, идущие здесь в составе пучков, имеют почти нормальный вид.

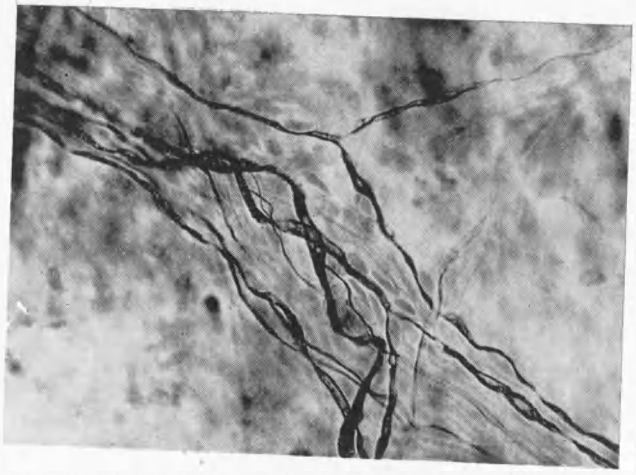


Рис. 1. Роговица глаза. 7200 г. 20 суток после облучения. Участок глубокого сплетения в соединительной ткани. Микрофотография. Ок. 5×, об. имм. 90

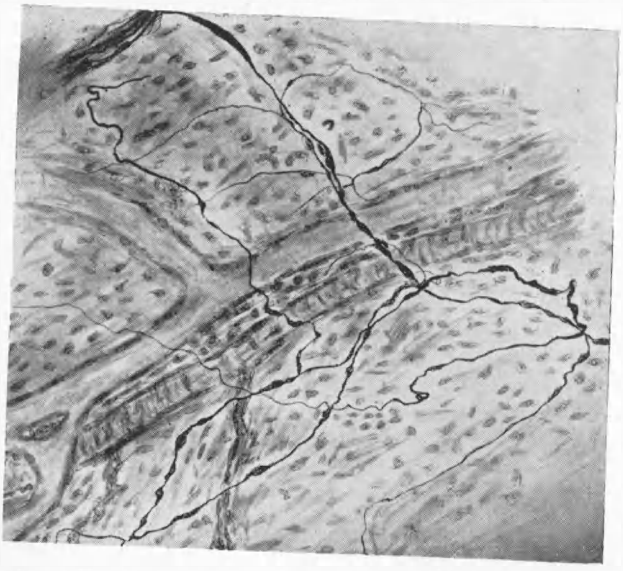


Рис. 2. Сосудистая зона роговицы глаза. 3600 г. 15 суток после облучения. Чувствительное окончание в соединительной ткани. (Рисовальный аппарат) Ок. 7 ×, об. имм. 90

Интересно, что измененные миэлиновые волокна встречаются главным образом на периферии роговицы, ближе к ее сосудистой зоне. Волокна же пучков, располагающихся в центральной части роговицы, и волокна интерэпителиального сплетения остаются при этих условиях почти не измененными — они лишь слегка аргентофильны. На 15—20 сутки после облучения значительно изменены и встречающиеся по периферии роговицы нервные окончания. На рис. 2 показан рецептор в виде разветвленного кустика, волокна которого широко простираются в соединительной ткани на периферии роговицы. Мякотное волокно, дающее начало этому рецептору, значительно изменено. Оно аргентофильно, покрыто варикозностями, местами истончено. Интересно, что отдельные маленькие варикозности можно найти и по ходу уже безмякотных волоконец кустика. В то же время терминали его, располагаясь на границе с эпителием, имеют нормальный вид и, постепенно истончаясь, исчезают из поля зрения.

На 15, 20 и даже 30 сутки после облучения в сосудистой зоне роговицы можно обнаружить сложные завитки пучков нервных волокон, лежащих глубоко в соединительной ткани. Некоторые мякотные волокна в месте завитка выходят из пучка, разволокняются, делятся дихотомически и заканчиваются большими колбовидными вздутиями, имеющими отчетливо выраженное фибриллярное строение.

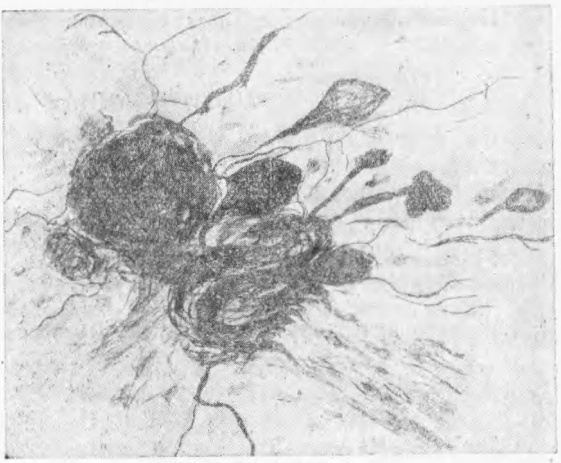


Рис. 3. Сосудистая зона роговицы глаза. 7200 r. 30 суток после облучения. Колбы роста на конце волокон, выходящих из состава нервного стволика. (Рисовальный аппарат). Ок. 5×, об. 40

Подобные образования мы находили при облучении роговицы дозами 3600 и 7200 r. Однако в последнем случае они встречаются чаще и колбовидные вздутия выражены здесь лучше — их больше и сами они крупнее.

Аналогичные колбовидные вздутия мы находили и в составе пучков нервных волокон, проходящих в глубине соединительнотканного слоя роговицы. Обычно такие вздутия располагались на конце нервного волокна. Реже удавалось видеть, как от такого вздутия отходило тонкое волоконце, которое дальше терялось среди других волокон пучка.

Поскольку в контроле и при облучении малыми и средними дозами мы подобных образований не находили и наблюдаемые нами концевые вздутия очень напоминают так называемые колбы роста, то присутствие их в роговице свидетельствует скорее всего о наличии здесь пролиферативных изменений нервных волокон, обусловленных лучевым воздействием.

Сопоставляя состояние нервных элементов облученной и экранированной роговицы у одних и тех же животных, мы не смогли выявить в большинстве случаев заметной разницы между ними. Однако этому факту мы не придаем пока особого значения, поскольку не можем гарантировать, что в нашей постановке опыта не было засвечивания и левого экранированного глаза.

Описанные нами выше изменения нервных волокон и окончаний, которые удалось выявить при облучении роговицы, главным образом большими дозами, говорят о возможности воздействия рентгеновских лучей на тканевые элементы периферической нервной системы.

Обнаруженные изменения являются скорее всего обратимыми, по-

скольку ни в одном случае, даже при больших дозах и при исследовании материала в разные сроки после облучения, нам не удалось обнаружить полного разрушения нервных элементов. Что же касается сроков, необходимых для полной репарации указанных изменений, то они, вероятно, зависят в какой-то мере и от величины общей дозы рентгеновских лучей, используемой в опыте. Так, при дозе 1800 г достаточно было 30 суток, чтобы нервные элементы роговицы вернулись к почти нормальному состоянию. Для дозы же в 3600, и тем более 7200 г, этих сроков оказалось недостаточно. На 30 сутки после облучения все описанные выше изменения нервных волокон были выражены еще очень отчетливо.

К сожалению, на более поздних сроках этот материал нами исследован не был.

Первый Ленинградский медицинский институт
им. И. П. Павлова

Поступило
28 II 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] R. S. Snyder, Histopathology of Irradiation from External and Internal Sources, 1948. [2] S. Hicks, Ph. Montgomery, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **80**, (1) (1952). [3] М. С. Лютерштейн, А. В. Рахманов, Физиотерапия, 4, № 2 (1929). [4] М. Н. Майсель, Virch. Arch., **276**, 1 (1930). [5] Б. Н. Могильницкий, Л. Д. Подлящук, М. И. Сантоцкий, Сборн. тр. по рентгенологии Центр. гос. инст. рентгенологии и радиологии НКЗдрава РСФСР, **2**, 1936. [6] R. Glauner, Strahlentherapie, **62** (1938). [7] К. А. Арнштейн, Тр. естествоисп. при Казанск. гос. унив., **20** (1889). [8] А. С. Догель, Вест. офтальмотологии, **8** (1891). [9] И. Егоров, Иннервация роговицы, Диссертация, Архангельск, 1951.