

В. А. КАЗАРЯН

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ТКАНЕЙ ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

При изучении механизмов патогенеза лучевой патологии большое значение имеют данные по сравнительной радиопоражаемости различных тканей организма. Данные по этому вопросу основаны на изучении патогистологических изменений или степени нарушения специфических функций того или иного органа или ткани. В основе же этих изменений лежат внутримолекулярные физико-химические сдвиги клеточных белков, изучение которых помогло бы дать количественную характеристику поражаемости различных тканей.

Одним из методов, регистрирующих эти сдвиги, является изучение изменений сорбционных свойств тканей по отношению к витальному красителю. Метод основан на однотипности реакции клеток различных тканей в ответ на действие всякого раздражителя, т. е. на любое воздействие живая система отвечает постоянным комплексом изменений (изменение коллоидного состояния, вязкости и сорбционных свойств). Наиболее легко улавливаемым и поддающимся количественному учету является изменение сорбционных свойств, и по этому показателю судят о состоянии тканевых протеинов (Д. Н. Насонов [11]).

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что изменение сорбционных свойств тканей по отношению к витальному красителю может служить критерием для сравнительной оценки радиопоражаемости различных тканей.

В настоящее время описаны изменения сорбционных свойств различных тканей облученных животных. Г. В. Ясвоин [20] наблюдал изменение окрашиваемости почечной ткани морских свинок после общего облучения рентгеновскими лучами. А. В. Лазовская [9] описала изменение сорбционных свойств нервной системы крыс в течение первых четырех суток после облучения. И. Л. Корчак [7] изучала изменение сорбции витального красителя различными органами белых мышей в течение 72 ч. после общего облучения. Исследование О. В. Попова [13] говорит об изменении сорбционных свойств мышечной ткани облученных крыс. Динамика сорбционных изменений некоторых органов белых крыс при хроническом и остром облучении гамма-лучами в дозе 700 р была описана в исследованиях М. И. Федотовой [17, 18]. При остром лучевом заболевании автор выявила выраженные паранекротические изменения тканей коры головного мозга, печени, тонкого кишечника, почек и мышц.

Однако изменение сорбционных свойств различных органов при острой лучевой болезни, вызванной облучением в несмертельных дозах, в настоящее время недостаточно изучено. В имеющихся исследованиях (А. В. Лазовская, И. Л. Корчак) эти сдвиги описаны только в течение первых трех суток после экспозиции. Сравнительное изучение сорбционных изменений после облучения в смертельных и несмертельных дозах, на наш взгляд, имеет определенное значение для выяснения качественных различий в реакции живых тканей на различные дозы лучевого воздействия. В настоящем исследовании ставится задача изучить динамику сорбционных изменений некоторых органов крыс при острой лучевой болезни, вызванной абсолютно смертельной и несмертельной дозами гамма-облучения.

Метод и материал. Опыты проведены на 24 контрольных и 188 облученных белых крысах с исходным весом 150—180 г. Острую лучевую болезнь вызвали однократным круговым облучением на гамма-облучателе ЭГО-2 в дозе 300 р при мощности 197,8 р/мин., которое не вызвало гибели животных в течение всего периода обследования (30 суток), и 700 р при мощности 298,7 р/мин (по данным нашей лаборатории — 100—112 дней).

Методом витального окрашивания изучали сорбционные свойства коры больших полушарий головного мозга, коры мозжечка, печени, почек и мышц на 1-, 2-, 3-, 5-, 7-, 10-, 12-, 15-, 20-, 26-, 33-е сутки после облучения в дозе 300 р и на 1-, 3-, 5-, 8-, 12-е сутки после облучения в дозе 700 р.

В указанные сроки крысы забивались обезглавливанием; быстро и осторожно извлекали исследуемые органы и помещали на 10 мин. в раствор Рингера, затем органы в течение 20 мин. окрашивались в 0,1% р-ре нейтрального красного на р-ре Рингера без соды. Поглощенный краситель экстрагировался помещением окрашенных органов в определенное количество подкисленного серной кислотой 72° спирта. Количество экстрагированного красителя определяли калориметрированием на фотоэлектрокалориметре ФЭК-М и рассчитывали на единицу сухого веса органа. Органы сушили в термостате при 37° до постоянного веса в течение 10 дней. Данные экспериментов подвергали статистической обработке по методу Стюдента (определения t критерия).

Результаты исследования. Все крысы, облученные в дозе 300 р, были живы весь период исследования. Внешнее состояние животных ничем от контрольных не отличалось. Крысы, облученные в дозе 700 р, в первые два дня после облучения от здоровых не отличались. На 3-е сутки животные стали вялыми, отказывались от пищи, шерсть взъерошилась, у всех был понос. К 5-м суткам после облучения состояние крыс несколько улучшилось, но начиная с 8-х суток наблюдали резкое ухудшение и наступила массовая гибель животных. На 12-, 13-е сутки после облучения в дозе 700 р все животные погибали.

Изменение сорбционных свойств представлено на рис. 1.

После облучения в дозе 300 р сорбция коры больших полушарий

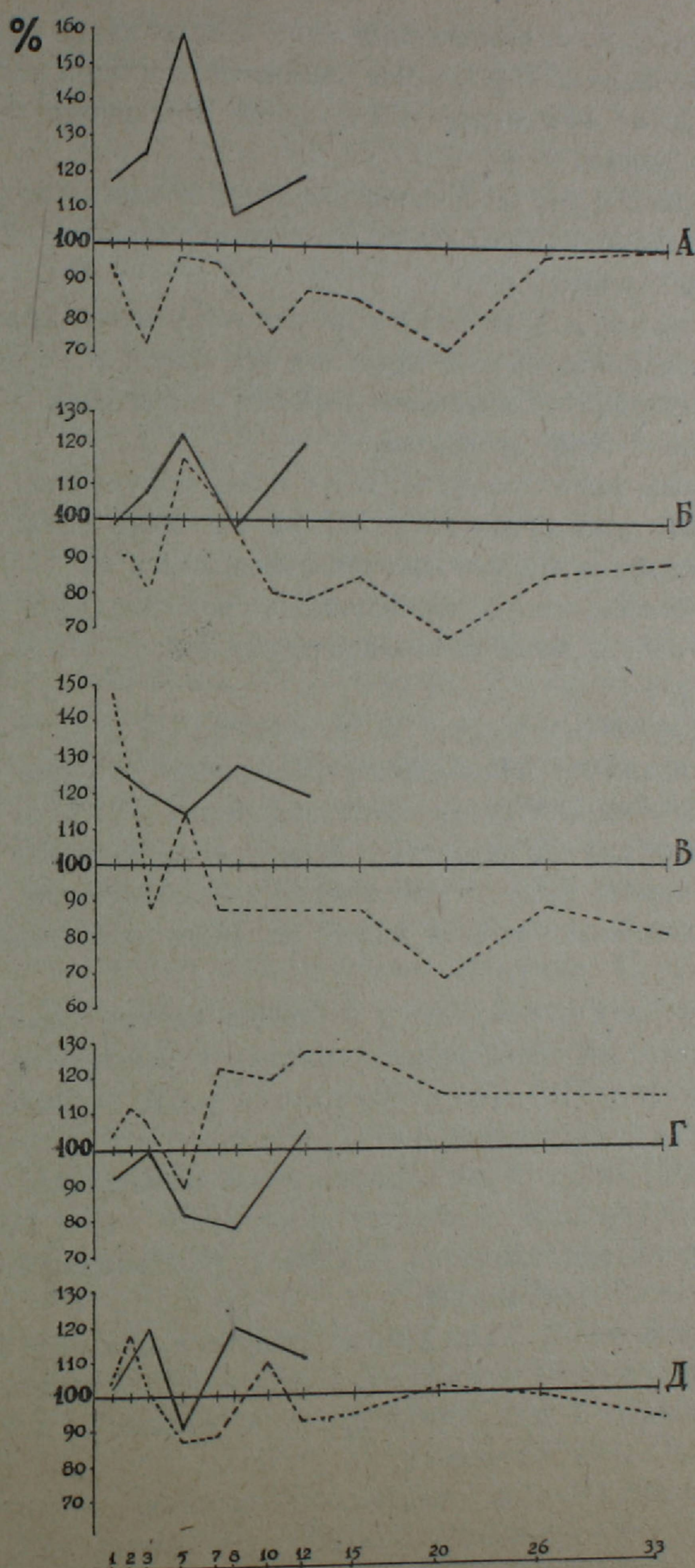


Рис. 1. А — изменение сорбции коры головного мозга, Б — коры мозжечка, В — печени, Г — почек, Д — мышц после облучения в дозе 700 р (сплошная линия) и в дозе 300 р (прерывистая линия).

головного мозга (рис. 1а) была понижена и оставалась ниже нормы на все сроки исследования. Наибольшее понижение сорбции наблюдалось на 3-е сутки — 28%, на 10-е сутки — 24% и на 20-е сутки после облучения — 20% от нормы.

Снижение на 2% на 21-е сутки после облучения статистически не достоверно. На 33-е сутки после облучения сорбция витального красителя в пределах нормы.

После облучения в дозе 700 р сорбция витального красителя корой больших полушарий головного мозга на все сроки исследования была повышена. Наибольшее повышение сорбции наблюдали на 5-е сутки после облучения +59% от нормы.

Сорбция коры мозжечка (рис. 1б) у крыс, облученных в дозе 300 р, в течение первых трех суток после облучения была снижена — 20% от нормы. Затем сорбция коры мозжечка повышалась на 5+17% и на 7-е сутки +5% от нормы, на все последующие сроки исследования сорбция была ниже нормы, достигая наибольшего снижения на 20-е сутки — 32% от нормы.

У крыс, облученных в дозе 700 р, наблюдали 2 волны повышения сорбции коры мозжечка. Наибольшее повышение сорбции отмечали на 5-е сутки +23% и на 12-е сутки после облучения +21% от нормы.

Отличие сорбции витального красителя на 1- и 8-е сутки после облучения от нормы было статистически недостоверным, однако считать это нормализацией нельзя ввиду высокого коэффициента вариабельности.

После облучения в дозе 300 р в период первых семи суток после облучения наблюдали чередование усиления и понижения сорбции печеночной ткани (рис. 1в). На первые сутки после экспозиции сорбция сильно повышена и составляет +47% от нормы, к 3-м суткам сорбция снижается — 23%, на 5-е сутки сорбция вновь повышается — +13%, затем на 7-е сутки сорбция снижается и остается ниже нормы на все дальнейшие сроки исследования, достигая максимального понижения на 20-е сутки — 33% от нормы.

Сорбция печеночной ткани у крыс, облученных в дозе 700 р, на все исследуемые сроки была повышена. Наибольшее усиление окрашиваемости наблюдали на 1- и 8-е сутки после облучения; на эти сроки сорбция составляла +27% от нормы.

Первоначальная волна повышения сорбции печеночной ткани (рис. 1г) у крыс, облученных в дозе 300 р, сменяется на 5-е сутки снижением — 14%. Затем сорбция вновь повышается и остается выше нормы весь последующий период обследования с максимумом на 12- и 15-е сутки после облучения +27% от нормы.

Сорбция красителя тканью почки крыс, облученных в дозе 700 р, на большинство сроков исследования снижена. Только на 3-е сутки сорбция не отличалась от нормы и на 12-е сутки после облучения сорбция была повышена. Наибольшее снижение сорбции наблюдали на 8-е сутки — 23%.

Изменение сорбционных свойств мышц (рис. 1д) у крыс, облученных в дозе 300 р, наиболее выражены в первые 12 суток после облучения. Первоначальное повышение сорбции с максимумом на 2-е сутки составляет +17%, на 5- и 7-е сутки сменяется снижением. На 10-е сутки сорбция несколько повышена — +9%, затем снова понижается. Отклонения сорбции на 20- и 26-е сутки статистически недостоверны, однако на 33-е сутки после экспозиции сорбция вновь снижена на 9% от нормы.

У крыс, облученных в дозе 700 р, изменение сорбции мышечной ткани протекало в виде двух волн повышения. Наиболее повышалась сорбция на 3- и 8-е сутки после облучения и составляла на эти сроки +19% от нормы.

Обсуждение результатов исследования. Как показали проведенные эксперименты, после общего облучения имеют место выраженные изменения сорбционных свойств исследуемых органов. Причем, динамика сорбционных изменений исследуемых органов, а также одного и того же органа после различных доз облучения протекает по-разному.

После общего облучения в дозе 300 р сниженная сорбция клеток коры больших полушарий головного мозга, в отличие от остальных исследуемых органов, на 26- и 33-е сутки после экспозиции возвращается к норме. Нормализация этого показателя, которая наблюдается в исследуемые сроки, только со стороны клеток коры больших полушарий говорит о ее большей пластичности и компенсаторных возможностях по сравнению с остальными исследуемыми органами. Снижение окрашиваемости коры больших полушарий головного мозга на основании исследований С. Н. Романова [15], Т. Н. Черепановой и И. П. Суздальской [19], М. Б. Киро [6], Н. В. Головиной [3] указывает на повышение возбудимости и усиление резистентности к повреждающим воздействиям. Об этом же свидетельствует работа М. Е. Лобашева [10], который наблюдал уменьшение окрашиваемости тканей при адаптации.

В отличие от облучения в дозе 300 р, после общего облучения в дозе 700 р на все сроки исследования, сорбция коры головного мозга повышена. Как показали Д. Н. Наносов [11] и сотрудники, повышение сорбции витального красителя под воздействием повреждающего агента является следствием альтерации, денатурации тканевых протеинов, и это состояние авторы называли паранекрозом. Многочисленные исследования (А. А. Браун и М. Ф. Иванов [1], А. Г. Гинецинский [2], М. Б. Киро [5], С. Н. Романов [14, 15], Г. М. Зараковский и С. В. Левин [4], Д. Н. Насонов и И. П. Суздальская [11] и др.) свидетельствуют о том, что повышение сорбции, паранекроз — это субстанциональная основа местного стойкого возбуждения. Следовательно, после общего облучения в дозе 700 р в клетках коры больших полушарий головного мозга крыс развиваются паранекротические изменения, достигающие максимума на 5-е сутки после облучения, что указывает на состояние местного стойкого возбуждения.

Данные об изменении сорбционных свойств клеток коры головного мозга, полученные в настоящем исследовании, не согласуются с таковыми, описанными в работе А. В. Лазовской [9], которая не наблюдала определенной направленности в изменении окрашиваемости коры головного мозга на 1-, 2-, 4- и 7-е сутки после общего облучения в дозе 600 р и на 1- и 2-е сутки после облучения в дозе 1000 и 2000 р.

При сравнении динамики сорбционных изменений коры мозжечка, печени и мышц общего облучения в дозе 300 и 700 р видно, что после облучения в дозе 300 р повышение сорбции (паранекротические изменения) в начальных сроках после экспозиции сменяется снижением сорбции, обратным развитием паранекротических изменений, т. е. фаза местного стойкого возбуждения сменяется фазой повышенной возбудимости в резистентности. В отличие от этого, после общего облучения в дозе 700 р повышение сорбции указанных органов (паранекротическое состояние) наблюдали весь период исследования. Подобные же изменения после облучения в дозе 750 р наблюдала и М. И. Федотова [17].

Сравнение динамики сорбционных изменений почечной ткани при облучении в дозе 300 и 700 р выявило иные взаимоотношения. Здесь, в отличие от остальных исследуемых органов, при облучении в дозе 300 р наблюдали повышение, а при облучении в дозе 700 р понижение сорбции. Г. В. Ясвоин [20] также описал более слабую окрашиваемость почечной ткани витальным красителем при высоких дозах по сравнению с окрашиваемостью при более низких дозах общего облучения. Если полагать, что повышение сорбции почечной ткани при облучении в дозе 300 р указывает на развитие паранекротических изменений, то при облучении в дозе 700 р надо было ожидать развития более глубоких паранекротических изменений, т. е. большего повышения сорбции. Однако при облучении в дозе 700 р сорбция в основном снижена. Видимо, причина здесь в характере окрашивания почечных клеток нейтральным красным. Известно, что клетки почечных канальцев обильно откладывают в норме гранулы этого красителя. Исследования В. И. Красильниковой [8] показали, что при воздействии на почку повреждающими агентами, когда окрашиваемость гранулообразующими красителями усиливается, сорбция диффузного красителя не повышается. При повышении же сорбции диффузного красителя сорбция гранулообразующего снижается, т. е. с началом развития паранекротических изменений подавляется окрашиваемость гранулообразующим красителем. При развитии паранекротических изменений, как показал Д. Н. Насонов [11], клетки теряют способность гранулообразования.

Исходя из этих данных, можно полагать, что окрашиваемость почечной ткани после облучения в дозе 300 р повышается, видимо, за счет усиления гранулообразования. А снижение сорбции после облучения в дозе 700 р является следствием подавления процесса гранулообразования, началом паранекротических изменений. Повышение же сорбции на 12-е сутки после облучения в дозе 700 р после максималь-

ного падения ее на 8-е, по-видимому, указывает на развитие глубоких паранекротических изменений.

Таким образом, исходя из всего вышеизложенного следует, что характер сорбционных изменений зависит от дозы облучения. При облучении в несмертельной дозе 300 р начальные фазы повышения сорбции (паранекротические изменения) клеток коры мозжечка, печени, мышц сменяются фазой понижения сорбции. При этой дозе облучения паранекротических изменений со стороны клеток коры головного мозга и почек не наблюдали. Из всех исследуемых органов только сорбция коры больших полушарий головного мозга нормализовалась на поздние сроки после облучения.

После облучения же смертельной дозой гамма-лучей 700 р во всех исследуемых тканях наблюдали развитие паранекротических изменений на все обследуемые сроки.

В ы в о д ы

1. После общего облучения имеют место выраженные волнообразные изменения сорбционных свойств всех исследуемых тканей, характер динамики которых зависит от дозы облучения.

2. Из всех исследуемых органов только сорбция коры головного мозга нормализовалась на 33-е сутки после облучения в дозе 300 р.

3. Сорбция коры головного мозга, коры мозжечка (кроме 1- и 8-х суток), печени и мышц (кроме 5-х суток) после облучения в дозе 700 р повышена в течение всего периода обследования, что говорит о развитии паранекротических изменений, указывающих на состояние местного стойкого возбуждения.

4. После облучения в дозе 300 р сорбция коры головного мозга снижена. После кратковременного усиления окрашиваемости коры мозжечка, печени и мышц следует снижение сорбции, т. е. повышение возбудимости и усиления резистентности.

5. Взаимоотношения динамики сорбционных изменений почечной ткани после облучения в дозе 700 и 300 р обратные, по-видимому, вследствие особенности этой ткани откладывать краситель в виде гранул.

Сектор радиобиологии

АН АрмССР,

Институт биофизики АМН СССР

Поступило 12.XI. 1962 г.

Վ. Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՀԱՌԱԳԱՅԹԱՎՈՐՎԱԾ ԿԵՆԴԱՆԻՆԵՐԻ ՈՐՈՇ ՀՅՈՒՍՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՍՈՐԲՅՈՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

1. Ընդհանուր ճառագայթազորումից հետո տեղի են ունենում բոլոր
ուսումնասիրված հյուսվածքների սորբցիոն հատկութունների արտահայտ-
ված ալիքաձև փոփոխություններ, որոնց դինամիկայի բնույթը կախված է
ճառագայթազորման զոզայից:

2. Բոլոր ուսումնասիրված օրգաններից միայն գլխուղեղի կեղևի սորբցիան նորմալացավ 300 ռենտգեն դոզայով ճառագայթավորման 33-րդ օրում:

3. Գլխուղեղի կեղևի, ուղեղիկի կեղևի (բացի 1-ին և 8-րդ օրերից), լյարդի և մկանների (բացի 5-րդ օրից) սորբցիան 700 ռենտգեն դոզայով ճառագայթավորումից հետո բարձրացած է ամբողջ հետազոտման շրջանում, որը վկայում է պարանեկրոտիկ փոփոխությունների զարգացման մասին՝ տեղային կայուն գրգռման դրության առկայությամբ:

4. 300 ռենտգեն դոզայով ճառագայթավորումից հետո գլխուղեղի կեղևի սորբցիան նվազած է: Ուղեղիկի կեղևի, լյարդի և մկանների ներկվելու ունակության կարճատև ուժեղացմանը հաջորդում է սորբցիայի նվազում, այսինքն գրգռականության բարձրացում և ռեզիստենտականության ուժեղացում:

5. Նրիկամային հյուսվածքի սորբցիոն փոփոխությունների դինամիկայի փոխհարաբերությունը 700 և 300 ռենտգեն դոզայով ճառագայթավորումից հետո հակառակն է, որը ըստ երևույթին հետևանք է այդ հյուսվածքի առանձնահատկության՝ ներկը հատիկների ձևով կուտակելու:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Браун А. А. и Иванов М. Ф. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1933, 12, 1, 3.
2. Гинецинский А. Г. Физиологический журнал СССР, 1947, 33, 112.
3. Головина Н. В. (цит. по кн. Насонова Д. Н.) Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. 1959, 102.
4. Зараковский Г. М. и Левин С. В. Труды 7-й научной конференции курсантов и слушателей В. М. М. А. 1950.
5. Киро М. Б. Известия АН СССР, сер. биол. 1948, 4, 119.
6. Киро М. Б. Вестник Ленинградского университета. 1954, 1, 91.
7. Корчак Л. И. В кн. Радиобиология. М., 1958. стр. 120—134.
8. Красильникова В. И. Физиологический журнал СССР, т. X, 4, стр. 476.
9. Лазовская А. В. В кн. Вопросы радиобиологии. 1957, стр. 102—109.
10. Лобашев М. Е. ДАН СССР, 1949, 68, в. 4, стр. 793.
11. Насонов Д. Н. и Суздальская И. П. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1953, т. 30, 4, стр. 32.
12. Наносов Д. Н. Местная реакция протоплазмы и распространяющееся возбуждение. М.—Л., 1959.
13. Попов О. В. Бюль. радиационной медицины, 1960, стр. 72—74.
14. Романов С. Н. ДАН СССР, 1948, 61, 4, 761.
15. Романов С. Н. ДАН СССР, 1953, 90, 117.
16. Романов С. Н. ДАН СССР, 1953, 89, 4, стр. 753—755.
17. Федотова М. И. В кн. Вопросы патогенеза экспериментальной терапии и профилактики лучевой болезни. Медгиз, 1960, стр. 86—95.
18. Федотова М. И. Рукопись.
19. Черепанова Т. Н. и Суздальская И. П. Вестник Ленинградского университета, 1954, 1, 91.
20. Ясовин Г. В. Вестник рентгенологии и радиобиологии, 1925, т. III. стр. 337—343.