

Р. В. СМЕРНОВ, В. П. КУРКОВСКИЙ

**ДААННЫЕ ОБ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ ЭНЕРГИИ 20 МэВ ПО ТЕСТУ
РАДИОНЕКРОЗА ТКАНЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРОЛИКОВ**

(Представлено академиком Е. М. Крепсом 13 VII 1970)

Пределы лучевых нагрузок на опухоль при лечении больных новообразованиями головного мозга ионизирующими излучениями определяются обычно радиорезистентностью окружающих нормальных тканей. В связи с этим при использовании в лучевой терапии новых видов радиации, в частности быстрых электронов, необходимы сведения о величине их относительной биологической эффективности (о.б.э).

В условиях однократного воздействия на головной мозг экспериментальных животных одни авторы⁽⁵⁾ наблюдали более выраженное повреждающее действие β -излучения по сравнению с киловольтным рентгеновским, в то время как другие⁽⁴⁾ утверждали обратное. Данных о пределах устойчивости головного мозга к электронам высоких энергий в условиях дробного облучения в доступной нам литературе не оказалось. В связи с изложенным нами были предприняты эксперименты по определению о.б.э. электронов энергии 20 МэВ бетатрона Б-4 при однократном воздействии на головной мозг взрослых кроликов, а также исследование радиорезистентности его тканей при таком распределении дозы электронного излучения во времени, которое имитировало бы ритм облучения больных с опухолями головного мозга.

В качестве стандарта, с которым сравнивалась биологическая эффективность быстрых электронов, использовалось киловольтное рентгеновское излучение, о.б.э. которого приравнивается к единице⁽³⁾.

Подопытные животные (17 кроликов) были подразделены на три группы. В I группе (3 кролика) головной мозг был подвергнут однократному воздействию рентгеновскими лучами при напряжении 190 кв, силе тока 10 Ма, расстоянии источник — поверхность 20 см и фильтре 0,5 мм Cu и 1 мм Al. Мощность дозы 50—70 р/мин. Кролики облучались в дозах 3500; 4000 и 5000 рад.

Во II группе (7 кроликов) головной мозг облучали однократно электронами энергии 20 МэВ, при расстоянии источник — поверхность 100 см и мощности дозы 100 рад/мин на глубине электронного равновесия. Величина однократных доз: 3300; 4000; 5000; 6250 и 8200 рад.

В III группе (7 животных) головной мозг подвергали фракционному облучению электронами энергии 20 МэВ при тех же условиях, что и во II группе. Облучение производилось три раза в неделю через день по 400 рад на сеанс. Такой ритм облучения и величина однократных доз соответствуют методике лечения больных опухолями головного мозга^(1, 2). Суммарные дозы составляли: 5200; 6400; 6800; 8000; 10 400; 14 900 и 15 200 рад.

Обличение головного мозга всех животных производилось через входное поле круглой формы диаметром 10 мм.

Спустя 5—8 мес. кроликов забивали. Головной мозг разрезали фронтальными сечениями на 6—7 блоков. Срезы окрашивали по Нисслю, а в случае необходимости — также и по Маллори и гематоксилин-эозином.

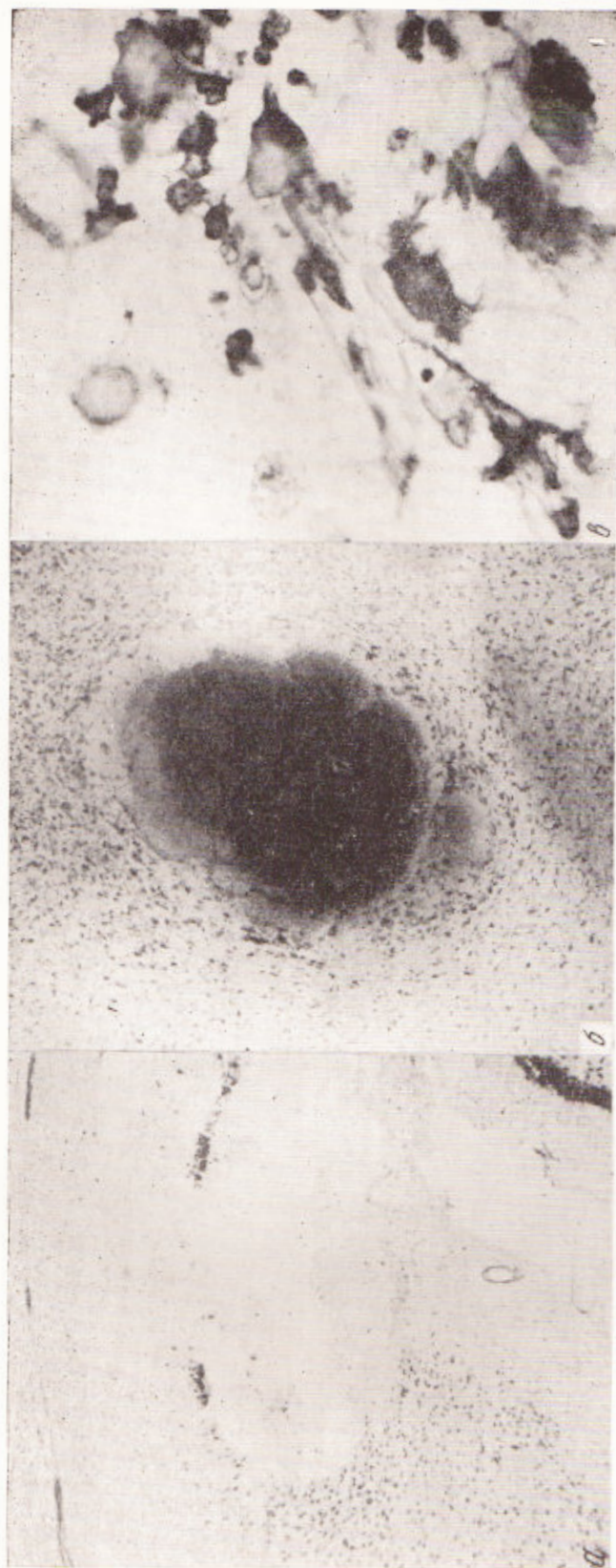


Рис. 1. Ткань головного мозга кроликов после электронного облучения энергией 20 Мэв. Окраска по Нисслю. *a* — некротический очаг в области амнонова рога после однократного облучения в дозе 4000 рад (42×); *b* — некротический очаг в белом веществе левого полушария головного мозга, большую часть которого занимает кровоизлияние, с мезенхимно-глиальной реакцией в окружности; фракционное облучение в дозе 10 400 рад (42×); *c* — стенка некротического очага в правом полушарии головного мозга с резкой астроцитарной реакцией; фракционное облучение в дозе 14 900 рад (480×)

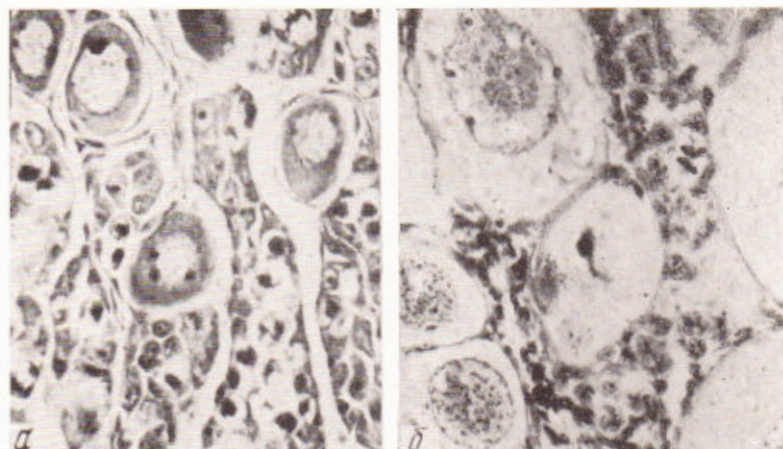


Рис. 1. Периодические изменения структуры яичника в связи с его генеративной активностью: а — самка 1+ (454), июль, ооциты протоплазматического роста и группа премеиотических ооцитов (ок. 10×, об. 40×); б — самка 2+ (90), июль, митотическое размножение гоний, в центре анафаза, видны 2 генерации ооцитов и образующаяся третья (ок. 10×, об. 40×)

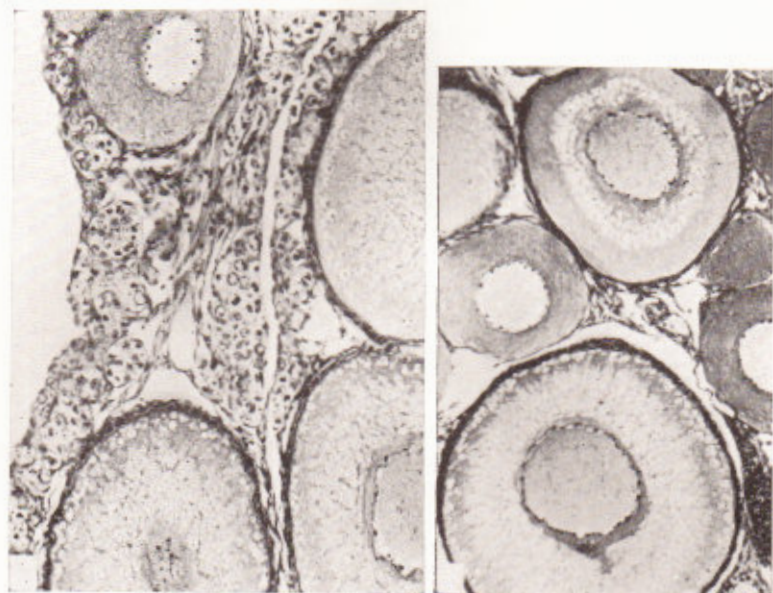


Рис. 2

Рис. 4

Рис. 2. Размножение гоний у повторно созревающей самки, возраст 8+ (954), начало сентября (ок. 7×, об. 20×)

Рис. 4. Характер вакуолизации ооцитов при переходе к трофоплазматическому росту: самка 8+ (954), трофоплазматический рост ооцитов начинается с образования жировой зоны (ок. 12,5×, об. 9×)

Гистологическая картина головного мозга облученных животных характеризовалась явлениями дегенерации нервных клеток и появлением некротических очагов у некоторых кроликов. Выраженность указанных изменений была более отчетливой у кроликов с однократным облучением. Так, в частности, у двух кроликов I группы, облученных в дозе 3500 или 5000 рад, четкие дегенеративные изменения были найдены в тканях, попадавших в зону облучения. У третьего кролика этой же группы, облученного рентгеновскими лучами в дозе 4000 рад и забитого через 161 день, был обнаружен небольшой некротический очаг в белом веществе правого полушария между корой неоралии и аммоновым рогом. Края некроза не обнаруживали никаких признаков глияльной или мезенхимной реакции.

У кроликов II группы, головной мозг которых был подвергнут однократному воздействию электронами, патологические изменения, аналогичные уже описанным, развивались при более высоких дозах. Так, некротический очаг больших размеров, чем у кролика I группы, был обнаружен у животного, облученного в дозе 6250 рад и убитого через 200 дней. Некроз располагался в аммоновом роге левого полушария, занимая всю его медиальную часть и прилегающее к ней белое вещество (рис. 1а). Края очага имели неровные контуры. В его толщине были видны участки омертвевшей ткани мозгового вещества. Вокруг очага омертвения глияльно-мезенхимная реакция также отсутствовала.

У кроликов III группы, головной мозг которых облучали электронами фракционно, наименьшая суммарная доза, вызвавшая появление некротического очага, оказалась равной 10 400 рад. Этот кролик был забит через 190 дней после завершения серии облучений, длившейся 60 дней.

Некротический очаг у этого животного располагался в левом полушарии в области *columna fornicis descendens* (рис. 1б). Большую его часть занимало кровоизлияние. В окружающих тканях наблюдалась выраженная мезенхимно-глияльная реакция (рис. 1в). У того же кролика в обоих зрительных трактах имелись очаги омертвевшей ткани с мезенхимно-глияльной реакцией в окружности.

Некрозы такого же характера, но больших размеров наблюдались еще у двух кроликов, облученных дробно в дозах 14 900 и 15 200 рад.

Относительная биологическая эффективность электронов устанавливалась путем сравнения наименьших доз однократного облучения, способных вызывать в головном мозге некротические очаги. Для рентгеновских лучей такой дозой оказались 4000 рад. Некротический очаг, сходный по характеру, но больший по размерам, вызвал электронный пучок при облучении в дозе 6250 рад. На этом основании о.б.э. электронов энергии 20 Мэв по тесту тканей головного мозга кроликов в условиях однократного лучевого воздействия равна 0,64 (4000 : 6250).

Наименьшая доза электронного излучения, вызвавшая некроз в условиях дробного воздействия, составила 10 400 рад за 60 дней облучения, в то время как некроз после однократного воздействия развился при дозе 6250 рад. Следовательно, способность электронного пучка вызывать некрозы при однократном воздействии примерно в 1,6 раза (10 400 : 6250) превышает таковую в условиях фракционного облучения.

Ленинградский научно-исследовательский
нейрохирургический институт
им. А. Л. Поленова

Поступило
20 I 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Р. В. Смирнов, К. Н. Бадмаев, А. П. Сиицына, Мед. радиология, № 3, 35 (1967). ² Р. В. Смирнов, Мед. радиол., № 8, 41 (1968). ³ Рекомендации Международной комиссии по защите от излучений, ИЛ, 1958. ⁴ В. Campbell, R. Novick, Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 72, 34 (1969). ⁵ S. P. Hicks, K. A. Wright, Arch. Pathol., 61, 226 (1956).