

ISSN 0372-5340

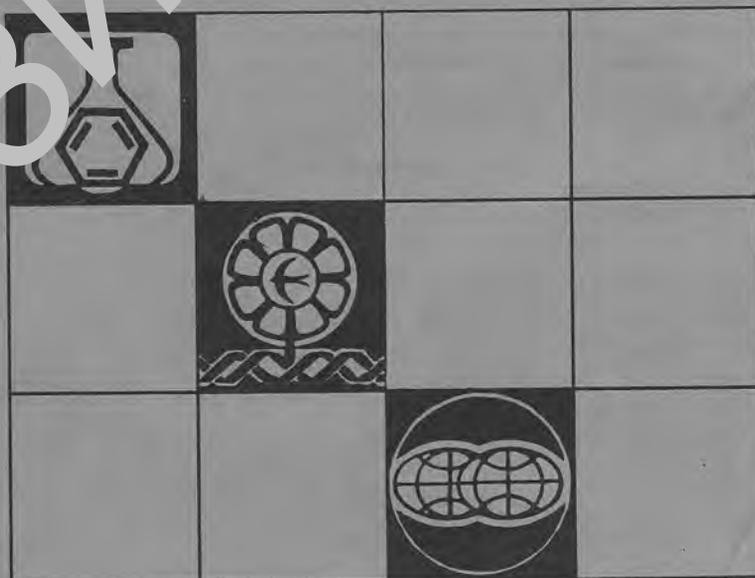
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2'99



ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1969 года
один раз в четыре месяца



СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2'99

ИЮНЬ



МИНСК
"УНІВЕРСІТЭЦКАЕ"

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВЕНОСНЫХ КАПИЛЛЯРОВ ЯИЧНИКА 20-СУТОЧНЫХ ПЛОДОВ БЕЛОЙ КРЫСЫ

The peculiarities of blood capillary reaction of 20-days rat fetuses which develop in conditions of prolonged actions are studied. The changes of manifestation of important plastic, transport and energetic processes capillaries cell in fetal period of ontogenesis are determine.

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС, в результате которой низкие мощности ионизирующей радиации (ИР) превратились в постоянный фактор окружающей среды на значительной территории Беларуси и сопредельных с ней государств, проблема воздействия малых доз радиации приобрела особую актуальность. Это обстоятельство явилось одной из основных причин повышенного внимания многих исследователей к теоретическим и практическим аспектам хронического действия ИР на живые организмы. Проведенные эпидемиологические наблюдения показали значительный рост нарушений функций в органах репродуктивной системы женщин, проживающих в районах с повышенным фоном радиации [1,2]. Пониманию механизмов развития подобной дисфункции этих органов в условиях действия на организм ИР может способствовать исследование развития женских гонад в антенатальном периоде. Известно, одним из важных звеньев этих механизмов является реакция системы микроциркуляции органа на облучение, в частности гемокпилляров [3], обеспечивающих его рост и структурно-функциональное становление.

Цель исследования – изучить влияние длительного облучения в антенатальном периоде развития на морфофункциональные показатели кровеносных капилляров (КК) яичника 20-суточных плодов белой крысы.

Материал и методика

Опыты выполнены на белых беспородных половозрелых крысах-самках, к которым с целью получения потомства на ночь подсаживали самцов в соотношении 3:1. Утром следующего дня отбирали самок с наличием спермы во влагалищных массах. Этот день считали первым днем беременности.

Для пролонгированного гамма-облучения использовали экспериментальную установку ГАММАРИД-¹⁹²/200, в которой источником гамма-лучей является Cs-137. Создавалась доза 0,43 Гр при мощности дозы $3,12 \times 10^{-7}$ Гр/с. Для формирования заданной дозы крыс облучали в течение 20,4 сут беременности. Контролем служили плоды интактных животных соответствующего возраста, содержащиеся в обычных условиях вивария.

Яичники 20-суточных плодов крыс обрабатывали по методике Уикли [9]. Контрастированные срезы просматривались и фотографировались в электронном микроскопе «JEM-100 CX» (Япония) при увеличении в 5800–36 000 раз.

Стереологический анализ проводился с негативных изображений профилей сечения капилляров при конечном увеличении в 10 140 раз с последующей их обработкой на компьютере с помощью устройства ввода графической информации «Морфометрический планшет».

Статистическую обработку результатов проводили с использованием основных положений теории вероятности и математической статистики, общепринятых при обработке результатов исследований биологических объектов [8], применяя статистический пакет «Статистика для Windows».

Результаты и их обсуждение

Исследования, проведенные на электронно-микроскопическом уровне, показали, что в кровеносных капиллярах яичников плодов, развивающихся

в условиях длительного облучения, по сравнению с интактными наблюдаются изменения их морфофункциональных параметров в различной степени выраженности. Наибольшие изменения касаются размеров сосудов (таблица). Так, по сравнению с контрольными образцами площадь сечения капилляров у них уменьшается на 17% ($p < 0,001$). Уменьшение площади капилляров вызвано изменением их максимального (на 14%; $p < 0,001$) и минимального (на 4%) диаметров.

Результаты морфометрического анализа кровеносных капилляров яичника 20-суточных плодов белой крысы в условиях облучения

Параметры	Контроль	Опыт
Площадь сечения капилляра, мкм ²	39,86 ± 1,99	32,91 ± 1,66**
Площадь сечения просвета капилляра, мкм ²	13,61 ± 1,27	6,12 ± 0,87***
Максимальный диаметр сосуда, мкм	9,43 ± 0,25	8,07 ± 0,20***
Минимальный диаметр сосуда, мкм	6,18 ± 0,21	5,92 ± 0,20
Толщина стенки сосуда в области перикариона, мкм	4,02 ± 0,50	4,16 ± 0,50
Толщина стенки в периферической зоне, мкм	0,21 ± 0,01	0,27 ± 0,02*
Площадь сечения цитоплазмы эндотелиоцита, мкм ²	16,28 ± 0,79	9,70 ± 0,63***
Площадь сечения ядра эндотелиоцита, мкм ²	9,90 ± 0,59	13,33 ± 0,99***
Индекс ЦЯО	2,09 ± 0,18	2,35 ± 0,36
Количество митохондрий на срезе эндотелиоцита	7,71 ± 0,47	3,21 ± 0,44***
Количество микровезикул на срезе эндотелиоцита:		
люминальных	9,05 ± 0,48	5,91 ± 0,30***
базальных	5,34 ± 0,32	3,21 ± 0,20***
цитоплазматических	14,70 ± 1,18	12,15 ± 0,94
общее число	29,04 ± 1,60	22,45 ± 1,27***
МВЛ/МВБ	2,18 ± 0,19	1,83 ± 0,12

Результаты достоверны при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Значительные изменения претерпевает просвет сосудов. В исследуемых капиллярах он сужен в два раза ($p < 0,001$). Одной из причин подобного уменьшения площади просветов обменных микрососудов является достаточно часто наблюдаемое явление беззого набухания перикариона эндотелиоцитов. Просвет таких капилляров представляется в виде узкой неправильной щели. Утолщение стенок КК в периферических отделах (см. таблицу) является другой причиной, способствующей уменьшению их просветов. Достаточно часто в условиях данного эксперимента отмечается присутствие в просвете гемокпилляров цитоплазматических отростков, которые ветвятся и, кроме того, имеют боковые выпячивания. Их появление, вероятно, можно рассценивать как предвестник облитерации сосудов [5], и как приспособительный механизм для увеличения площади цитоплазмы эндотелиоцита, с помощью которого, по-видимому, поддерживается необходимый уровень метаболических процессов в клетке, а через них и в других тканях органа.

Существенные изменения претерпевает площадь цитоплазмы эндотелиоцитов. В условиях действия лучевого фактора она заметно снижается (на 40%; $p < 0,001$).

Противоположные изменения наблюдаются в структуре ядра. В частности происходит увеличение его площади на 34% ($p < 0,001$). Уменьшение площади цитоплазмы и увеличение площади ядра эндотелиоцитов КК облученных плодов направлено, по-видимому, на сохранение функциональной активности клеток сосудов, что видно из значений индекса цитоплазменно-ядерных отношений (ЦЯО) (см. таблицу). О возможности развития компенсаторных процессов, направленных на поддержание функции ядра, свидетельствуют многочисленные инвагинации ядерных мембран, возрастание в них числа поровых комплексов [4].

Следует заметить, что в условиях длительного действия ИР характерно явление полиплоидии, проявляющееся в наличии 2–3 ядер в одном эндотелиоците. Это, вероятно, следует рассценивать как показатель повреждающего действия радиации на клетки КК.

Существенно изменяются и процессы трансэндотелиального переноса веществ в эндотелиоцитах, осуществляемые с помощью микровезикул. Установлено, что общее число этих пузырьков в опытных образцах сокращается на 23% ($p < 0,001$). Снижение их количества происходит за счет уменьшения популяций мембраносвязанных пузырьков, что свидетельствует о снижении активности люминальной и базальной мембран. Так, число люминальных везикул (ЛМВ) достоверно убывает на 35% ($p < 0,001$), базальных (БМВ) — на 32% ($p < 0,001$). При этом падает и значение индекса МВЛ/МВБ. Подобное его уменьшение, по-видимому, указывает на угнетение процессов везикулообразования на внутренней поверхности КК в условиях эксперимента и на торможение обменных процессов в развивающемся яичнике.

Весьма важным представляется изучение состояния энергообразующих структур (митохондрий) эндотелиальных клеток изучаемых сосудов. Наблюдается большое изменение, вызванное низкоинтенсивным пролонгированным облучением, подвергаются структуры этих органелл, приводящее к сокращению их численности. Количественный анализ показывает: число митохондрий по сравнению с контролем достоверно снижается в два раза, что свидетельствует о деструкции значительной части этих органелл. Наблюдаются также митохондрии, проявляющие своеобразную реакцию: они увеличиваются в размерах, матрикс их просветляется. В них не наблюдается нарушение целостности мембран. При более глубоких повреждениях их кристы теряют свою ориентацию и подвергаются деструктивным изменениям, результатом которых является образование крупных вакуолей с электронно-прозрачным содержимым и нередко с липопротеидными остатками разрушенных крист. В ряде митохондрий подобные дефекты не наблюдаются. Однако значительная убыль и деструкция митохондрий, отмеченная и другими исследователями [6], не может не способствовать снижению энергетических возможностей клетки.

Кроме того, нами исследованы структурные преобразования таких органелл, как комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть и рибосомы в эндотелиоцитах кровеносных капилляров. Установлено значимое изменение размеров и количества отдельных элементов. Наблюдаются структуры, подвергшиеся очаговому набуханию и фрагментации. Все это указывает на то, что в условиях длительного действия лучевого фактора пластические процессы в клетках также подавляются.

Таким образом, пренатальное пролонгированное облучение в относительно небольшой дозе (0,43 Гр) приводит к значительным изменениям в структурно-функциональной организации кровеносных капилляров: уменьшению просвета сосудов, их обтурации, нарушении важнейших процессов жизнедеятельности развивающихся клеток микрососудов — энергетических, транспортных и пластических. Такие изменения не могут не оказать влияния на дальнейшее развитие гонад, что в будущем может послужить основой возникновения различных дисфункций.

1. Антонова Ю. В. // Молодые ученые о решении проблемы ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы сегодня и в будущем: Материалы междунар. научн. конгресса. Гомель, 1994. С.8.
2. Баженов В. Ф., Цвелев Ю. В., Кира Е. Ф. // Актуальные вопросы физиологии и патологии репродуктивной функции женщины: Материалы XXII научн. сессии НИИ акушерства и гинекологии им. Д.О.Отта РАМН. СПб., 1995. С.217.
3. Воробьев Е. И. Радиационная кардиология. М., 1971.
4. Збарский И. Б. Организация клеточного ядра. М., 1988.
5. Куприянов В. В. Пути микроциркуляции. Кишинев, 1969.
6. Митюшин В. М. // Структура и функции митохондрий: Материалы симпозиума. М., 1965. С.22.
7. Регуляция энергетического обмена и физиологическое состояние организма / Под ред. М.Н.Кондрашовой. М., 1978.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1973.
9. Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих / Под. ред. В.Ю.Полякова. М., 1975.

Поступила в редакцию 08.12.98.