

6. Кузнецов И. А., Фомин Н. Ф., Шулепов Д. А., Салихов М. Р. Современные подходы к хирургическому лечению хронической задней нестабильности коленного сустава (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2015. № 1(75). С. 95–105.
7. Самотесов П. А., Русских А. Н., Шабоха А. Д., Касимов В. И., Кириченко А. А. Конституциональные особенности гистологического строения менисков коленного сустава человека // Журнал анатомии и гистопатологии. 2018. Т. 7. № 2. С. 76–84.
8. Sheehan F. T., Drace J. E. Human patellar tendon strain. A noninvasive, in vivo study // Clinical orthopaedics and related research. 2000; 370:201–207.

УДК 616.36-003.93

Горбулич А. В.

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ ТКАНЕЙ КОЖИ

*Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург,
Российская Федерация*

Аннотация. Цель работы — оценить морфофункциональное состояние эпидермиса, дермы и гиподермиса кожи после радиационного воздействия.

Методика работы заключается в исследовании реактивных изменений гистологических элементов тканей кожи мыши при различных дозах облучения на светооптическом уровне. Для оценки последствий радиации проанализировано структурно-функциональное состояние тканей кожи мышей в норме и на 9-е сутки после однократного облучения дозой 6,5 и 7,8 Гр.

Основные результаты работы показали, что в обеих экспериментальных группах животных моделированное облучение вызывает массовую гибель кератиноцитов. Доля ядерного компонента в базальных эпителиоцитах снижена. Диагностируется выраженное нарушение гистотопографии фибробластического и волокнистого компонентов дермы. В большом количестве обнаружены малодифференцированные фибробласты с пикнотичными ядрами. Адипоциты гиподермиса дистрофичны, неплотно прилегают друг к другу. Реактивные изменения сосудистого компонента дермы проявляются в гибели эндотелиальных клеток, склерозировании средней сосудистой оболочки вследствие разрастания соединительной ткани и отечности наружных структур сосудов и окружающих тканей.

Ключевые слова: радиация, рентгеновское облучение, кожа, эпидермис, дерма, кератиноциты, фибробласты, кровеносные сосуды.

INFLUENCE OF IONISING RADIATION ON MORPHOFUNCTIONAL ORGANISATION OF SKIN TISSUES

*S. M. Kirov Military medical academy, St. Petersburg,
Russian Federation*

Abstract. The aim of the work is to assess the morphofunctional state of the epidermis, dermis and hypodermis of the skin after radiation exposure.

The methodology of the work consists in the analysis of reactive changes in histological elements of skin tissues at different doses of irradiation at the light-optical level. To assess the consequences of ionising radiation, the structural and functional state of skin tissues of mice in norm and after radioactive radiation with irradiation doses of 6.5 and 7.8 Gy was analysed.

The main results of the work showed that in both experimental groups of animals simulated irradiation causes mass death of keratinocytes. The share of nuclear component in basal epitheliocytes is reduced. A pronounced disturbance of histotopography of fibroblastic and fibrous component of the dermis is diagnosed. Low-differentiated fibroblasts with pycnotic nuclei in large quantity are detected. Adipocytes of hypodermis are dystrophic, loose to each other. Reactive changes in the vascular component of the dermis are manifested in the death of endothelial cells, accelerated sclerosis of the middle vasculature due to connective tissue overgrowth and swelling of the external structures of vessels and surrounding tissues.

Keywords: radiation, ionising radiation, X-rays, skin, epidermis, dermis, keratinocytes, fibroblasts, blood vessels.

ВВЕДЕНИЕ

Радиационное излучение, возникающее вследствие чрезвычайных ситуаций техногенного и антропогенного характера, и его последствия на организм человека являются серьезной проблемой во многих регионах мира на протяжении последних десятилетий. Ткани кожи имеют различные морфологические свойства [1]. Это обуславливает различную реакцию на ионизирующее воздействие клеток эпидермиса, дериватов кожи, дермы, сосудов и субдермальных структур. Современные исследования показывают, что радиация оказывает прямое выраженное воздействие преимущественно на базальные кератиноциты, обладающие наибольшей пролиферативной активностью, и на клетки жировой ткани — адипоциты, вызывая дистрофические нарушения и реактивные изменения их структур. Это может приводить к локальным и генерализованным ожоговым повреждениям и метаболическим расстройствам [2]. Именно поэтому вопросы реактивности тканей кожи в условиях радиационного воздействия являются ведущим направлением в области экспериментальной гистологии. Цель исследования: с учетом современных гистологических концепций оценить морфофункциональное состояние эпидермиса, дермы и гиподермиса кожи после радиационного воздействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на белых беспородных мышах массой тела 18–20 г ($n = 72$). Острую лучевую болезнь моделировали путем воздействия рентгеновского излучения с использованием рентгенотерапевтической установки РУМ-17 в направлении спина — грудь, кожно-фокусное расстояние — 50 см, напряжение — 180 кВ, сила тока — 14 мА, фильтр — 0,5 мм Cu + 1 мм Al, мощность дозы — 0,328 Гр/мин. Дозиметрический контроль осуществляли с помощью индивидуального дозиметра ИД-11. Поглощенная доза составляла 6,5 и 7,8 Гр. Животных разных групп (по 14–15 особей) помещали в специальные пластиковые контейнеры в радиальном направлении головой к центру. В процессе облучения контейнеры, закрепленные на кимографе, вращались со скоростью 2 об/мин, что обеспечивало относительно равномерное облучение животных. Все манипуляции с животными проводились в соответствии с правилами гуманного обращения с животными, используемыми в научных этических целях. Контрольная группа состоит из интактных животных. Участки кожи контрольной и экспериментальной групп животных, подвергшихся облучению, фиксировали в 10%-ном забуференном растворе формалина в течение суток, затем обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации и заливали в парафин. Гистологические срезы толщиной 5–7 мкм окрашивали гематоксилином и эозином и изучали на светооптическом уровне с помощью бинокулярного микроскопа Axio Scope A1 (Zeiss, Германия) с камерой AxioCam ERc 5s. Морфофункциональное состояние кожи оценивалось с помощью следующих морфометрических характеристик: толщина эпидермиса (клеточных и рогового слоев), количество кровеносных сосудов в расчете на 1 мм². Статистическую обработку данных и подсчета дифферонных структур осуществляли с помощью лицензионной программы Zen 2.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время установлено, что различные формы лучевых реакций кожи зависят от поглощенной дозы, мощности, энергии и качества излучения [3]. Традиционно клиническое описание лучевого поражения и восстановления является, как правило, качественным, состоящим из регистрации клинических, оцениваемых визуально, и/или морфологических изменений. Научный и практический интерес представляет морфометрическая оценка изменений.

Эпителиоциты участков кожи контрольной группы формируют ороговеивающий пласт клеток. В нем различимы базальный, шиповатый, зернистый и роговой слои эпидермиса. Кератиноциты базального слоя находятся непосредственно на базальной мембране и имеют цилиндрическую форму. Вышележащий шиповатый слой, образован шиповатыми кератиноцитами, расположенными в 1–2 ряда. Эпителиоциты данного слоя имеют характерные отростки — «шипы», при помощи которых связаны друг с другом. Зернистый слой содержит вытянутые параллельно коже эпителиальные клетки, содержащие гранулы кератогиалина. Роговой слой образован уплощенными роговыми чешуйками, соединенными интердигитациями их цитолемм. Рыхлая соединительная ткань дермы отграничена от кожного эпителия непрерывной базальной мембраной. Ведущий клеточный дифферон данного слоя кожи — фибробластический — представлен малодифференцированными и дифференцированными фибробластами, фиброцитами, а также фиброкластами.

В межклеточном веществе сосочкового слоя диагностируются ретикулярные волокна. Волокнистый компонент сетчатого слоя дермы образован плотной волокнистой соединительной тканью, в состав которой входят многочисленные коллагеновые и эластические волокна. В толще дермы визуализируется большое количество кровеносных сосудов, волосяных фолликулов и расположенных вблизи них сальных желез.

Сравнительный морфологический анализ материала показал, что наибольшие изменения в обеих группах (6,5 Гр и 7,8 Гр) наблюдаются в эпидермисе и микроциркуляторном русле дермы. Прослойки соединительной ткани сосочкового слоя характеризуются наличием инфильтрации лимфоцитами. Анализ изменения микроциркуляторного русла дермы показал, что в группе экспериментальных животных стенки мелких артерий (артериол и капилляров) дермы утолщены, просветы сужены, что является следствием набухания эндотелия и средней оболочки и их плазматического пропитывания, а также различной степени выраженности инфильтрации лимфоцитами. Отек отмечался как периваскулярно, так и вокруг волосяных фолликулов. Исследование показывает, что реакция кожи на радиационное облучение при более высоких дозах 7,8 Гр проявляется гибелью клеток базального слоя эпидермиса, что встречается значительно реже у животных при поглощенной дозе 6,5 Гр и полностью отсутствует у животных интактной группы. Также высокие дозы характеризуются реактивными изменениями эндотелия сосудов дермы как одним из показателей острого нарушения кровотока.

При более низком поглощении 6,5 Гр регенерация эпидермиса осуществляется пролиферацией менее поврежденных базальных клеток. В новообразованных генерациях эпителиоцитов отмечена детерминированная миграция делящихся клеток с последующим формированием вертикальной анизотропии, что свидетельствует о смене поврежденных участков кожи. Целесообразно клеточный состав определять во всем эпидермисе, учитывая не только базальные кератиноциты, но и все клетки, имеющие ядра. Это будет характеризовать продуктивность базальных эпителиоцитов и пролиферативный компартмент эпидермиса [4]. При нагревании происходит увеличение синтеза и накопления кератина в кератиноцитах и гидролиз цитоплазматических ядерных компонентов клеток по мере их продвижения к поверхности кожи. Вышеперечисленные проявления морфологии эпителиальных клеток обусловлены необходимостью в формировании морфологической стойкости посредством компенсаторного повышенного образования кератина и последующем утолщении рогового слоя — гиперкератозе [5, 6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В эпидермисе наблюдается защитная реакция в виде пролиферативного гиперкератоза, увеличивается толщина ядросодержащего клеточного слоя эпидермиса. Это способствует формированию иммунного ответа, пула клеток памяти с системным вовлечением сосудов микроциркуляторного русла. Наличие измененной иммунологической реактивности, возникающей при действии ионизирующего излучения, способствует возникновению воспаления, отеку и полиморфноядерной лейкоцитарной инфильтрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по гистологии / Под ред. Р. К. Данилова. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: СпецЛит, 2011. Т. 1. 831 с.; Т. 2. 735 с.
2. Заргарова Н. И., Владимирова О. О., Легеза В. И., Гребенюк А. Н. Моделирование глубоких лучевых поражений кожи в эксперименте на крысах // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2014. Т. 59. № 3. С. 5–11.
3. Задорожный Б. А., Звягинцева М. В. Лучевые поражения кожи. Киев: Здоровье, 1966. 175 с.
4. Осанов Д. П. Дозиметрия и радиационная биофизика кожи. М.: Энергоатомиздат, 1990. 232 с.
5. Патология кожи / Под ред. В. Н. Мордовцева, Г. Н. Цветковой. М.: Медицина, 1993. 336 с.
6. Котенко К. В., Мороз Б. Б., Насонова Т. А., Добрынина О. А., Липенгольц А. А., Гимадова Т. И. и др. Экспериментальная модель тяжелых местных лучевых поражений кожи после действия рентгеновского излучения // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2013. Т. 57. № 4. С. 121–123.

УДК 616.8-091.8

^{1,4}Горячева К. В., ^{2,3}Мотин Ю. Г., ¹Портнягин И. В.,
⁴Никитин А. С., ³Горячева М. В.

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПСЕВДОУНИПОЛЯРНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КОМПРЕССИОННОГО СДАВЛЕНИЯ КОРЕШКОВ СПИНАЛЬНОГО ГАНГЛИЯ

¹ГБУЗ «ГКБ им. С. С. Юдина ДЗМ», Москва, Российская Федерация

²КГБУЗ Краевая клиническая больница, Барнаул, Российская Федерация

³Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул,
Российская Федерация

⁴Московский государственный медико-стоматологический университет
имени А. И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

Аннотация: Цель работы: оценить ультраструктурные изменения нейронов спинальных ганглиев L3–L5 крыс в условиях моделирования компрессионной радикулопатии.

Материалом исследования служили спинальные ганглии L3–L5 крыс.

Методика работы: оперативное моделирование компрессионной радикулопатии на животных (крысы); электронномикроскопическое исследование фрагментов спинальных ганглиев.

Основные результаты: установлено, что спустя 28 дней компрессионного воздействия инертным в отношении живых тканей материалом на корешки L3–L5 спинномозговых нервов развивались выраженные ультраструктурные изменения