

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ТОЩЕЙ КИШКИ В УСЛОВИЯХ МОДИФИКАЦИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

С.Н. ЗОЛОТАРЕВА, З.А. ВОРОНЦОВА, О.Д. ЖИЛЯЕВА

ФГБОУ ВО Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Росздрава,
ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 344036, Россия, e-mail: z.vorontsova@mail.ru

Аннотация. Введение. Ионизирующее излучение, используемое в медицинской сфере, как для диагностики, так и в терапевтических целях стало одним из способов антропогенного облучения населения, вызывая различного рода морфологические изменения. В связи с этим становится актуальным изучение механизмов повышения резистентности организма к действию радиации за счет модифицирующих агентов. **Цель исследования.** Оценить морфофункциональное состояние слизистой оболочки тощей кишки в условиях модификации. **Материалы и методы исследования.** В работе представлены данные по изучению модифицирующего влияния гипоксической газовой смеси на γ -облучение в дозе 0,5 и 10 Гр, проведенном на 120 белых половозрелых крысах-самцах с начальным возрастом четыре месяца. **Результаты и их обсуждение.** Данные морфолого-статистического анализа показывают, что однократное изолированное γ -облучение в дозе 0,5 Гр вызывает незначительные деструктивные изменения в системе «ворсинка-крипта» слизистой оболочки тощей кишки, которые сохраняются и в условиях модификации гипоксической газовой смесью. Тогда как, относительно необратимых деструктивных изменений, вызываемых в слизистой оболочке тощей кишки γ -облучением в дозе 10 Гр гипоксическая газовая смесь проявляет радиопротективные свойства, выражающиеся в восстановлении целостности эпителиальной выстилки слизистой оболочки тощей кишки и ее клеточного состава, а также коэффициента соотношения ворсинка/крипта до значений близким к контрольным, обеспечивая положительную динамику обменных процессов. **Заключение.** Использование гипоксической газовой смеси как естественного модификатора эффектов γ -излучения можно считать перспективным направлением для снижения риска патологических изменений при применении ионизирующего излучения в медицинской отрасли.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, гипоксическая газовая смесь, модификация, слизистая оболочка, тощая кишка.

ASSESSMENT OF MORPHOLOGICAL CHANGES OF JEJUNUM MUCOSA UNDER CONDITIONS OF IONIZING RADIATION MODIFICATION

S.N. ZOLOTAREVA, Z.A. VORONTSOVA, O.D. ZHILYAEVA

FSBOU VO Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Roszdrav,
Student street, 10, Voronezh, 344036, Russia, e-mail: z.vorontsova@mail.ru

Abstract. Introduction. Ionizing radiation used in the medical field for both diagnostics and therapeutic purposes has become one of the methods of anthropogenic exposure of the population, causing various kinds of morphological changes. In this regard, it becomes urgent to study the mechanisms of increasing the body's resistance to radiation due to modifying agents. **Purpose of the study.** To assess the morphofunctional state of the jejunal mucosa under modification conditions. **Materials and research methods.** The paper presents data on the study of the modifying effect of a hypoxic gas mixture on γ -irradiation at a dose of 0.5 and 10 Gr, carried out on 120 adult white male rats with an initial age of four months. Results and its discussion. The data of morphological and statistical analysis show that a single isolated γ -irradiation at a dose of 0.5 Gr causes minor destructive changes in the “villi-crypt” system of the jejunal mucosa, which are also preserved under conditions of modification with a hypoxic gas mixture. Whereas, relatively irreversible destructive changes caused in the mucous membrane of the jejunum by γ -irradiation at a dose of 10 Gr, the hypoxic gas mixture exhibits radioprotective properties, expressed in the restoration of the integrity of the epithelial lining of the mucous membrane of the jejunum and its cellular composition, as well as the villus / crypt ratio up to values close to the control, providing a positive dynamics of metabolic processes. **Conclusion.** The use of a hypoxic gas mixture as a natural modifier of the effects of γ -radiation can be considered a promising direction for reducing the risk of pathological changes when using ionizing radiation in the medical industry.

Keywords: ionizing radiation, hypoxic gas mixture, modification, mucosa, jejunum.

Введение. Ионизирующее излучение в настоящее время стало неотъемлемой частью нашей жизни, потенцируя необходимость более глубокого изучения влияния естественных и искусственных (тех-

ногенных) источников радиации на организм человека. Годовая доза облучения, по данным Госассамблеи ООН складывается из: естественных источников – около 20%, продуктов распада радона – 40%, использования ионизирующего излучения в медицинской сфере – 34%, продуктов ядерных испытаний – 0,7%, атомной энергетики и техногенных катастроф – 0,5%. Наиболее опасным видом ионизирующего излучения технологически усиленного радиационного фона являются γ -лучи, которые нашли свое применение во многих сферах деятельности человека от космонавтики и гамма-астрономии, до пищевой и сельскохозяйственной промышленности и конечно же медицины [5, 9, 13]. В последней γ -излучение применяется как в диагностических, так и терапевтических целях. Применение ионизирующего излучения в медицине приносит неоспоримо положительный результат, особенно при радиотерапии онкологических заболеваний и лучевой диагностике, которая еще десятки лет назад имела весьма скудные возможности [5, 6, 8]. Но при всех «плюсах» лучевой терапии и диагностики нельзя забывать о «побочных эффектах», которым подвергаются как пациенты, так и медицинские работники и как ни странно население, которое не имеет к данной сфере никакого отношения. Две последние категории получают не столь значительное облучение за счет формируемого общего радиационного фона, тогда как непосредственные пациенты испытывают на себе прямое действие радиации разной мощности, с формированием локальных или системных поражений. Системные побочные эффекты в виде лучевой болезни разной степени тяжести наиболее распространены при дистанционной лучевой терапии, когда между опухолью, клетки которой наиболее чувствительны к излучению за счет повышенной пролиферативной активности и лучом располагаются здоровые ткани. Кроме того, немалый вклад в системный ответ организма вносят распадающиеся клетки, подверженные облучению [10-12, 14]. В связи с этим для современной медицины становится актуальным изучение механизмов формирования разветвленного следа адаптации к действию радиации за счет модифицирующих агентов. Одним из перспективных направлений в данной отрасли является применение гипоксических сред, способных опосредованно активизировать скрытые резервы организма за счет формирования системного ответа, направленного на повышение его адаптивных возможностей [1, 5, 8, 9, 13].

Желудочно-кишечный тракт наряду с системой кроветворения является наиболее радиочувствительными структурами организма, за счет высокой пролиферативной активности ведущих функциональных тканей их образующих. Помимо этого, пищеварительная система, являясь основой структурой выведения радионуклидов из организма испытывает на себе дополнительное внутренне облучение. При этом, основной точкой «приложения» радиации становятся структуры слизистой оболочки тонкой кишки, эпителий которой формирует защитный барьер и участвует в процессах пристеночно пищеварения, обеспечивая дальнейшее всасывание глюкозы, липидов, аминокислот, витаминов, микроэлементов и воды, поддерживая общие процессы гомеостаза. Именно поэтому структурно-функциональное состояние желудочно-кишечного тракта, а в особенности тонкого кишечника, где происходят основные обменные процессы, достоверно отражает степень лучевого поражения всего организма [2, 3, 6, 7, 15].

Цель исследования – оценка состояния морфологических структур слизистой оболочки тощей кишки в условиях γ -облучения разного диапазона доз и при его модификации гипоксической газовой смесью.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на 120 беспородных половозрелых крысах-самцах, с маской тела 280-300 грамм и начальным возрастом четыре месяца. Согласно факторам воздействия животные были разделены на четыре группы, которым соответствовала группа временного контроля. Временные параметры наблюдения составили 1,7; 5; 24; 72 часа, что соответствует скорости обновления кишечного эпителия у крыс [4]. Первую группу составили интактные крысы. Крысы второй и третьей групп испытывали общее однократное изолированное γ -облучение в поглощенных дозах 0,5 и 10 Гр. Крысы четвертой и пятой групп подвергались сочетанному воздействию гипоксической газовой смеси (8% O_2 и 92% N_2 – ГГС-8) – с ее предшествующим применением и соответствующей дозы γ -облучения. Умерщвление крыс проводилось в декапитацией с разрешения этической комиссии.

Для оценки морфологического состояния слизистой оболочки тощей кишки ее фиксировали в растворе Беккера, с последующей стандартной проводкой и окраской срединных парафиновых срезов толщиной 6мкм гематоксилином-эозином. На полученных гистологических микропрепаратах (участки соответствующие протяженности 20 ворсинок) изучали следующие критерии: общую толщину слизистой оболочки, высоту ворсинок, глубину крипт, форму энтероцитов, состояние бокаловидных клеток и целостность эпителиальной выстилки слизистой. Для определения состоятельности обменных процессов тощей кишки подсчитывали коэффициент соотношения ворсинка/крипта [15]. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием параметрических критериев на ПЭВМ *Pentium III-500*, с помощью пакетов программ *Excel 2007*, *SPSS 17 for Windows*.

Результаты и их обсуждение. Однократное изолированное воздействие γ -излучения в дозе 0,5 Гр проявлялось снижением толщины слизистой оболочки тощей кишки, достоверным спустя 1,7 и 24 часа (рис.1). Высота ворсинок претерпевала незначительные изменения, не проявлявшие достоверных отличий от контроля. Глубина крипт достоверно снижалась на протяжении всех сроков наблюдения (рис. 2).

Такая динамика нашла свое отражение в коэффициенте ворсинка/крипта, который значительно превышал контрольные показатели, особенно спустя 1,7 часа после облучения (рис. 1). Целостность эпителиальной выстилки слизистой оболочки тощей кишки не нарушена, энтероциты правильной призматической формы на всем протяжении крипт и в нижней и средней части ворсинок, только верхушки ворсинок содержали клетки с разрушенным апикальным полюсом и единичными вакуолями в цитоплазме. Количество бокаловидных клеток незначительно снижено относительно контроля. В эпителии ворсинок и крипт четко визуализировались интраэпителиальные лимфоциты в количестве $13 \pm 1,9$ на 100 клеток слизистой, тогда как у контрольных животных интраэпителиальная инфильтрация была единичной.

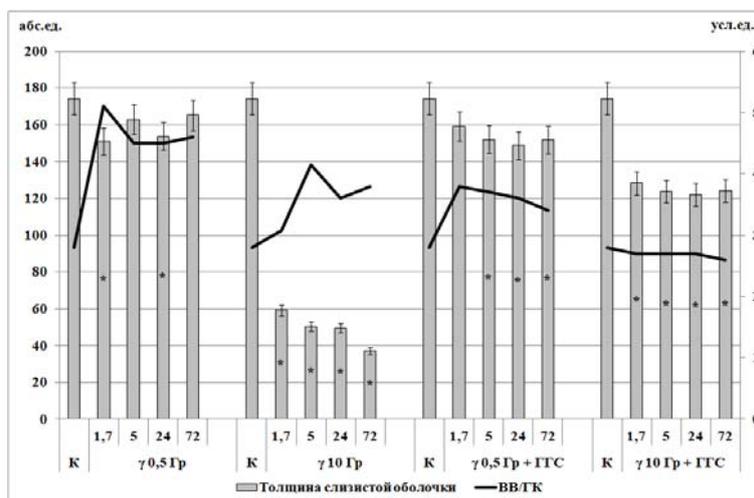


Рис. 1. Общая толщина слизистой оболочки тощей кишки и коэффициент ворсинка/крипта в динамике сроков наблюдения и параметров воздействия эксперимента
 Примечание: * – $p < 0,05$ относительно контрольных значений

Однократное изолированное воздействие γ -излучения в дозе 10 Гр приводило резкому снижению толщины слизистой оболочки за счет достоверного снижения высоты ворсинок и глубины крипт в динамике наблюдения (рис. 1, 2). При этом коэффициент соотношения ворсинка/крипта оставался повышенным по всем срокам наблюдения, что свидетельствует о разобщении обменных процессов в слизистой оболочке тощей кишки (рис.1.). Морфологическая оценка состояния слизистой оболочки тощей кишки по всем срокам наблюдения выявила ее деформацию на фоне истончения, свидетельствуя о нарушении процессов пристеночного пищеварения. Часть ворсинок была значительно расширена и уплощена, оставшиеся, имели форму «булавы» с значительно расширенными верхушками. Были выявлены единичные участки нарушения целостности эпителиальной выстилки до базальной мембраны. Энтероциты на нижней и средней части ворсинок имели уплощенную форму, с мутной цитоплазмой и плотным ядром. Верхняя часть ворсинок была покрыта энтероцитами неправильной формы с вакуолизированной цитоплазмой и разрушенным апикальным полюсом клетки. Ядра в клетках либо отсутствовали, либо имели достоверно увеличенные размеры относительно контроля. Крипты расширенные, выстланные плоским эпителием. Количество бокаловидных клеток, среди которых преобладали опустошенные формы достоверно снижалось в хронодинамике наблюдения. Выявленная интраэпителиальная инфильтрация лимфоцитами выявлена на всем протяжении ворсинок $23 \pm 2,1$, также проявлялась значительная концентрация лимфоцитов в субэндотелиальной соединительной ткани.

Сочетанное применение гипоксической газовой смеси и γ -облучения в дозе 0,5 Гр показало достоверное истончение общей толщины слизистой оболочки тощей кишки начиная с 5 часа после воздействия $p < 0,05$ (рис. 1), за счет достоверного снижения глубины крипт в динамике времени, тогда как высота ворсинок не отличалась от значений контроля (рис. 2). Данная динамика полностью отражается в значениях коэффициента ворсинка/крипта, который достоверно превышал значения контроля (рис. 2). Эффект модификации гипоксической газовой смесью имел невыраженный характер, проявлявшийся достоверным увеличением глубины крипт спустя 1,7; 24 и 72 часа после применения факторов относительно изолированного воздействия облучения. Высота ворсинок не проявляла достоверных изменений относительно показателей γ -облучения в дозе 0,5 Гр (рис. 2). Ворсинки и крипты слизистой оболочки тощей кишки во всех полях рения имели правильную форму. Целостность эпителиальной выстилки не нарушена. Энтероциты на всем протяжении слизистой имели правильную «высокую» призматическую форму с единичными клетками на верхушках ворсин с визуализирующимся разрушением апикального полюса. Бокаловидные клетки в умеренном количестве, наполненные и значительно расширенные отно-

сительно контрольной группы. Инфильтрация эпителиальной выстилки лимфоцитами сохранялась по всем срокам наблюдения $15 \pm 1,6$.

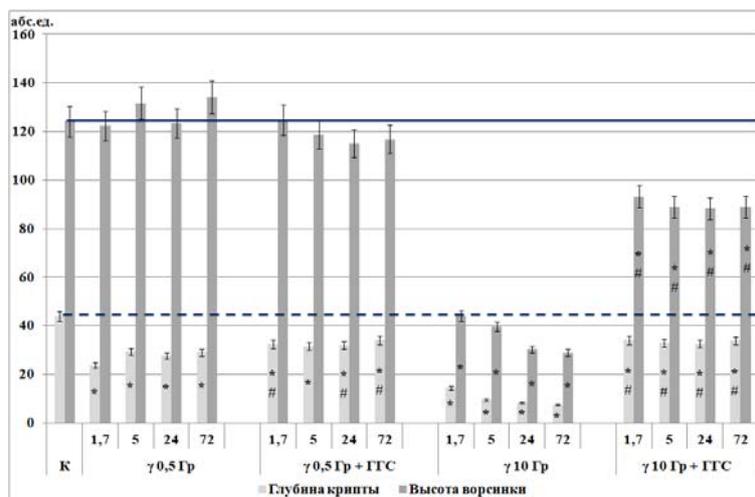


Рис. 2. Высота ворсинок и глубина крипт слизистой оболочки тощей кишки в динамике сроков наблюдения и параметров воздействия эксперимента

Примечание: * – $p < 0,05$ относительно контрольных значений, # – $p < 0,05$ относительно соответствующего временного параметра при однократном изолированном γ -облучении

Предшествующее γ -облучению в дозе 10 Гр применение гипоксической газовой смеси проявлялось в достоверном снижении общей толщины слизистой оболочки тощей кишки, за счет уменьшения высоты ворсинок и глубины крипт в динамике сроков наблюдения $p < 0,05$. Коэффициент соотношения ворсинка/крипта был незначительно ниже контрольного показателя (рис. 1, 2). Модифицирующий эффект гипоксии проявлялся достоверным повышением высоты ворсинок и глубины крипт, а также общим восстановлением толщины слизистой оболочки тощей кишки по всем срокам после применения модификатора, относительно аналогичных показателей при изолированном облучении в дозе 10 Гр $p < 0,05$ (рис. 2). Ворсинки и крипты слизистой оболочки не деформированы. Участков нарушения целостности эпителиальной выстилки не обнаружено. Нижняя и средняя часть ворсинок покрыта кубическим эпителием, верхушки ворсин содержат единичные деформированные энтероциты с набухшими ядрами и вакуолизированной цитоплазмой. Крипты расширены, выстилающие их эпителиоциты кубической формы. На всем протяжении эпителиальной выстилки системы «ворсинка-крипта» выявлено достоверное увеличение числа бокаловидных клеток, заполненных секретом. Интраэпителиальная инфильтрация лимфоцитами сохраняется на уровне $18 \pm 1,1$. Выявленные изменения свидетельствуют о положительной динамике морфофункционального состояния слизистой оболочки тощей кишки относительно однократного изолированного γ -облучения в дозе 10 Гр, однако в пределах наблюдаемых сроков не выявлен закрепленный гомеостатический эффект.

Выводы. Гипоксическая газовая смесь показывает достоверный радиопротективный характер модифицируя проявления высоких доз γ -излучения активизацией адаптивных механизмов, с восстановлением морфо-функциональных характеристик слизистой оболочки тощей кишки, тогда как при дозе γ -облучения 0,5 Гр не установлено радиопротекторного эффекта.

Литература

1. Алекперов И.М., Алекперов С.И. Физиологический стресс, гипоксия, мышечная активность как факторы повышения неспецифической резистентности организма // Здоровье-основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2011. Т.6, №1. С. 414.
2. Воронцова З.А., Золотарева С.Н., Дедов В.И. Модифицирующие эффекты комбинированных и сочетанных действий // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17, № 2. С. 171–175.
3. Воронцова З.А., Селявин С.С. Экспансирующие ткани в реакциях на обеднённый уран // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2013. Т. 15, № 1-4. С. 247–249.
4. Газарян К.Г., Ченцов Ю.С., Кульминская А.С. Изменения в биосинтезе РНК, белка и в ультраструктуре дифференцирующихся клеток эпителия тонкой кишки мыши в сборнике // Структура и функции клеточного ядра. 1967. С. 57–50.

5. Зарединов Д.А., Тен О.Л., Болтаева А.И., Уринов З.Т. Об облучении природными источниками ионизирующего излучения // АНРИ. 2006. №3. С. 64–67.
6. Золотарева С.Н., Кособуцкая С.А., Шишкина В.В. Эффекты модификации γ -облучения измененной газовой средой в морфологических проявлениях // Журнал анатомии и гистопатологии. 2015. Т. 4, № 3. С. 54–55.
7. Золотарева С.Н., Логачева В.В., Черкасова Ю.Б. Биоэффекты взаимодействующих факторов в эксперименте. В сборнике: Актуальные проблемы защиты окружающей среды и техносферной безопасности в меняющихся антропогенных условиях – Белые ночи-2014. Материалы Международной научно-практической конференции / Ответ. ред.: Русак О.Н., Алборов И.Д., Батаев Д.К.-С., 2014. С. 441–445.
8. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Гонтарев С.Н. Возможности исследования эритрона при слабых информационных воздействиях: Монография. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. 198 с.
9. Нурмаганбетова М.О., Оспан А.Б., Морозов О. Ионизирующее излучение и его применение в медицине // Альманах мировой науки. 2016. №3-1(6). С. 34–35.
10. Слюсарева О.А., Воронцова З.А., Зюзина В.В., Афанасьев Р.В. Эффективность малых доз облучения в морфологостатистическом алгоритме экспериментальных исследований // Вестник новых медицинских технологий. 2011. №2. С. 166–169
11. Слюсарева О.А., Воронцова З.А. Доза-эффекты однократного γ -облучения и состояние гомеостаза слизистой оболочки тощей кишки в динамике пролонгированности сроков наблюдения // Вестник новых медицинских технологий. 2010. №2. С. 39–41.
12. Стародубов В.И., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Яшин А.А., Агарков Н.М., Зарубина Т.В., Кобринский Б.А., Козырев К.М., Пятин В.Ф., Хетагурова А.К., Громов М.С., Воронцова З.А., Филатова О.Е., Глотов В.А., Гонтарев С.Н., Добрынина И.Ю., Листопадова Н.А., Матвеев Н.В., Ведясова О.А., Куракова Н.Г., Руанет В.В., Логинов С.И., Добрынин Ю.В., Свешников А.В., Смородинов А.В., Терехов И.В., Яшин М.А., Кантаржи Е.П., Логачева В.В., Шаманский К.А. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации) / Под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 372 с.
13. Хадарцев А.А. Избранные технологии не медикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине: Монография / Под. ред. Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «Инфра», 2009. 329 с.
14. Шишкина В.В., Воронцова З.А. Модифицирующие эффекты отдаленных последствий γ -облучения в диапазоне малых доз // Вестник новых медицинских технологий. 2012. №2. С. 308–309.
15. Яковлева Л.М., Карышев П.Б., Сапожников С.П. Морфофункциональные изменения слизистой оболочки тонкого кишечника у экспериментальных животных при хронической алкогольной интоксикации // Здравоохранение Чувашии. 2009. №3. С. 53–55.

References

1. Alekperov IM, Alekperov SI. Fiziologicheskij stress, gipoksija, myshechnaja aktivnost' kak faktory povysheniya nespecificheskoj rezistentnosti organizma [Physiological stress, hypoxia, muscle activity as factors of increasing non-specific resistance of the body]. Zdorov'e-osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ih reshenija. 2011;6(1):414. Russian.
2. Voroncova ZA, Zolotareva SN, Dedov VI. Modificirujushhie jeffekty kombinirovannyh i sochetannyh dejstvij [Modifying effects of combined and combined actions]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2010;17(2):171-5. Russian.
3. Voroncova ZA, Seljavin SS. Jekspansirujushhie tkani v reakcijah na obednjonnyj uran [Expanding tissues in reactions to depleted uranium]. Zhurnal nauchnyh statej Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2013;15(1-4):247-9. Russian.
4. Gazarjan KG, Chencov JuS, Kul'minskaja AS. Izmeneniya v biosinteze RNK, belka i v ul'trastrukture differencirujushhihsja kletok jepitelija tonkoj kishki myshi v sbornike [Changes in the biosynthesis of RNA, protein and in the ultra-structure of differentiating cells of the mouse small intestine epithelium in the collection]. Struktura i funkcii kletoch'nogo jadra. 1967. Russian.
5. Zaredinov DA, Ten OL, Boltaeva AI, Urinov ZT. Ob obluchenii prirodnyimi istoch-nikami ionizirujushhego izluchenija [on irradiation by natural sources of ionizing radiation]. ANRI. 2006;3:64-7. Russian.
6. Zolotareva SN, Kosobuckaja SA, Shishkina VV. Jeffekty modifikacii γ -obluchenija izme-nennoj gazovoj sredoj v morfologicheskikh projavlenijah [Effects of modification of gamma-irradiation by a modified gas medium in morphological manifestations]. Zhurnal anatomii i gistopatologii. 2015;4(3):54-5. Russian.
7. Zolotareva SN, Logacheva VV, Cherkasova JuB .Biojeffekty vzaimodejstvujushhih faktorov v jeksperimente. V sbornike: Aktual'nye problemy zashhity okružhajushhej sredy i tehnosfernoj bezopasnosti v menjajushhihsja antropogennyh uslovijah – Belye nochi-2014 [ioeffects of interacting factors in the experiment.

In the collection: Actual problems of environmental protection and technosphere safety in changing anthropogenic conditions-White nights-2014. Materials of the International scientific and practical conference]. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Otvet. red.: Rusak ON, Alborov I, Bataev DK-S; 2014. Russian.

8. Kidalov VN, Hadarcev AA, Gontarev SN. Vozmozhnosti issledovanija jeritrona pri slabyh informacionnyh vozdeystvijah [Possibilities of erythron research under weak information influences]: Monografija. Tula: Izd-vo TulGu – Belgorod: ZAO «Belgorodskaja oblastnaja tipografija»; 2011. Russian.

9. Nurmaganbetova MO, Ospan AB, Morozov O. Ionizirujushhee izluchenie i ego primenenie v medicine [Ionizing radiation and its application in medicine]. Al'manah mirovoj nauki. 2016;3-1(6):34-5. Russian.

10. Sljusareva OA, Voroncova ZA, Zjuzina VV, Afanas'ev RV. Jeffektivnost' malyh doz u-obluchenija v morfologostatisticheskom algoritme jeksperimental'nyh issledovanij [Efficiency of small doses of u-radiation in the morphological and statistical algorithm of experimental research]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2011;2:166-9 Russian.

11. Sljusareva OA, Voroncova ZA. Doza-jeffekty odnokratnogo γ -obluchenija i sostojanie gomeostaza slizistoj obolochki toshhej kishki v dinamike prolongirovannosti srokov nabljudenija [Dose-effects of a single gamma-irradiation and the state of homeostasis of the jejunum mucosa in the dynamics of prolonged follow-up periods]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2010;2:39-41. Russian

12. Starodubov VI, Es'kov VM, Hadarcev AA, Jashin AA, Agarkov NM, Zarubina TV, Kobrinskij BA, Kozyrev KM, Pjatin VF, Hetagurova AK, Gromov MS, Voroncova A, Filatova OE, Glotov VA, Gontarev SN, Dobrynina IJu, Listopadova NA, Matveev NV, Vedjasova OA, Kurakova NG, Ruanet VV, Loginov SI, Dobrynin JuV, Sveshnikov AV, Smorodinov AV, Terehov IV, Jashin MA, Kantarzhii EP, Logacheva VV, Shamanskij A. Sistemnye podhody v biologii i medicine (sistemnyj analiz, upravlenie i obrabotka informacii) [system approaches in Biology and medicine (system analysis, management and information processing)]. Pod red. AA. Hadarceva, VM. Es'kova, AA. Jashina, KM. Kozyreva. Tula: OOO RIF «INFRA», 2008. Russian.

13. Hadarcev AA. Izbrannye tehnologii ne medikamentoznogo vozdeystvija v rehabilitacii-onnosvosstanovitel'noj i sportivnoj medicine [Selected technologies of non-drug exposure in rehabilitation and sports medicine]: Monografija. Pod. red. NA. Fudina. Tula: OOO RIF «Infra»; 2009. Russian.

14. Shishkina VV, Voroncova ZA. Modificirujushhie jeffekty ot dalennyh posledstvij g-obluchenija v diapazone malyh doz [Modifying effects of long-term effects of g-irradiation in the low-dose range]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2012;2:308-9. Russian.

15. Jakovleva LM, Karyshev PB, Sapozhnikov SP. Morfofunkcional'nye izmenenija slizi-stoj obolochki tonkogo kishchnika u jeksperimental'nyh zhivotnyh pri hronicheskoj alkohol'noj intoksikacii [Morphofunctional changes in the mucosa of the small intestine in experimental animals with chronic alcohol intoxication]. Zdravoohranenie Chuvashii . 2009;3:53-5. Russian.

Библиографическая ссылка:

Золотарева С.Н., Воронцова З.А., Жилиева О.Д. Оценка морфологических изменений слизистой оболочки тощей кишки в условиях модификации ионизирующего облучения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. №5. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/3-8.pdf> (дата обращения: 29.10.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16755*

Bibliographic reference:

Zolotareva SN, Vorontsova ZA, Zhilyaeva OD. Ocenka morfologicheskikh izmenenij slizistoj obolochki toshhej kishki v uslovijah modifikacii ionizirujushhego obluchenija [Assessment of morphological changes of jejunum mucosa under conditions of ionizing radiation modification]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Oct 29];5 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/3-8.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16755

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/e2020-5.pdf>