

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ СЕМЕННИКОВ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПАРОВ ЭПИХЛОРОГИДРИНА И ИХ КОРРЕКЦИИ ТИОТРИАЗОЛИНОМ

И. С. Волошина

ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки»,
 г. Луганск, Луганская Народная Республика

Цель исследования – выявить закономерности морфологических изменений в семенниках белых крыс при воздействии паров ЭХГ и их коррекции тиотриазолином.

Материал и методы. Исследование выполнено на 90 белых крысах-самцах, которые были введены в эксперимент в возрасте 12 недель с начальной массой 130–150 г. Содержание и манипуляции над животными выполнялись согласно рекомендациям «Про правовые, законодательные и этические нормы и требования при выполнении научных морфологических исследований».

Результаты. Воздействие на организм паров эпихлоргидрина в концентрации 10 мг/м³ вызывает деструктивные изменения в структуре семенников, что приводит к олиго- и азооспермии. Применение на фоне ингаляционного воздействия тиотриазолина, в качестве корректора морфологических изменений, сопровождается нивелированием негативного влияния токсиканта на строение изучаемых органов, что, в свою очередь, способствует восстановлению их структуры и функции.

Ключевые слова: семенники, крыса, эпихлоргидрин, тиотриазолин.

© I. S. Voloshina, 2017

St. Luke Lugansk State Medical University, Lugansk, LNR

Morphological Changes in the Structure of the rats Testes During Exposure to Epichlorohydrin Vapors and Correction with Thiotriazoline

The aim of the study is to identify the morphological patterns in testicles of white rats exposed to vapors of epichlorohydrin and their correction with thiotriazoline.

Material and methods. The study was performed on 90 white male rats which were introduced into the experiment at the age of 12 weeks with an initial weight of 130–150 g. The treatment and manipulations with the animals were carried out according to the recommendations "About legal, legislative and ethical norms and requirements in the performance of scientific morphological studies".

Results. The exposure of the body to epichlorohydrin vapor in a concentration of 10 mg/m³ causes destructive changes in the testes structure, leading to oligo and azoospermia. The use of thiotriazoline on the background of inhalation, as a corrector of morphological changes, is accompanied by a smoothing of the negative influence of the toxicant on the testicles' structure, which promotes restoration of its structure and function.

Key words: testes, rat, epichlorohydrin, thiotriazoline.

Введение

Широко известен тот факт, что эпоксидные смолы, которые используются в хозяйственной деятельности, являются загрязнителями окружающей среды, подтверждением чему могут служить результаты исследований токсичности различных видов эпоксидных смол и их компонентов [1]. Главным сырьевым продуктом в производстве эпоксидных смол является эпихлоргидрин (ЭХГ) [12]. Он является важным продуктом основного органического синтеза. Обладая высокой реакционной способностью, обусловленной наличием в молекуле подвижного атома хлора и эпоксидной группы, ЭХГ находит широкое применение. Он легко вступает во взаимодействие с соединениями различных классов, что позволяет получать на его основе ряд продуктов, используемых во многих отраслях промышленности (эпоксидные смолы, лаки,

клеи, синтетические волокна, ионообменные смолы, каучуки и др.) [2].

Данные литературы о токсическом воздействии ЭХГ на мужскую половую систему достаточно противоречивы и требуют изучения. К тому же сложная экологическая ситуация в ряде регионов требует лечебных, и профилактических мероприятий, направленных на улучшение или сохранение здоровья людей [3]. Для коррекции патологических состояний, возникающих по причине интенсификации перекисного окисления липидов, которая является одним из основных эффектов действия ЭХГ, некоторые исследователи считают целесообразным применение антиоксидантных комплексов. Одним из таких препаратов является тиотриазолин [5, 9]. Основными механизмами действия которого являются улучшение образования и расхода энергии через АТФ, а также восстановление баланса между свободнорадикальным окислением и

антиоксидантной защитой [6, 7].

Цель исследования – выявить закономерности морфологических изменений в семенниках белых крыс при воздействии паров ЭХГ и коррекции тиотриазолином.

Материал и методы исследования

Исследование выполнено на 90 белых крысах-самцах в возрасте 12 недель и массой 130–150 г к началу эксперимента. Животные были получены из вивария ГУ «Луганский государственный медицинский университет». Содержание и манипуляции над животными выполнялись в соответствии с основными этическими принципами в сфере биоэтики, которые изложены в «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» [13], согласно стандарту идентичному международному документу OECD Test № 421 «Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test» [4], согласно рекомендациям «Про правовые, законодательные и этические нормы и требования при выполнении научных морфологических исследований» [8].

Крысы были разделены на контрольную и экспериментальные серии. Контрольную серию (К) составляли интактные крысы. Первая экспериментальная серия – серия I была представлена особями, которых подвергали ингаляционному воздействию ЭХГ в концентрации 10 мг/м³ в течение 60 дней, 5 дней в неделю, 5 часов в сутки. Вторую (I-T3) серию составили животные, которые на фоне влияния ЭХГ получали в качестве корректора тиотриазолин в дозе 117 мг/кг внутривентриально. Условия создавались с помощью специальной установки, состоящей из заправочной камеры и камеры, в которой поддерживалась необходимая концентрация действующего вещества; датчика толуола и вспомогательного оборудования. Каждая серия была разделена на пять групп (по 6 крыс в каждой) в соответствии со сроками выведения животных из эксперимента на 1-, 7-, 15-, 30- и 60-е сутки.

После окончания эксперимента животных взвешивали на лабораторных весах и выводили путем декапитации под эфирным наркозом, соблюдая «Методические рекомендации по выводу лабораторных животных из эксперимента».

Внутренние органы половой системы крыс извлекали единым комплексом с окружающей жировой тканью и тщательно препарировали, взвешивали на аналитических весах ВЛА-200 с точностью до 1 мг. С помощью Video Presenter SVP-5500 фотографировали полученные органы для создания обзорных фотографий, а также для дальнейшего макроморфометрического анализа, который осуществляли с помощью оригинальной компью-

терной программы «Master of Morphology, 2008». С помощью вышеупомянутой программы были определены линейные размеры семенников. Кроме того, определялись такие показатели, как абсолютная и относительная масса органа.

Фиксацию органов проводили в 10% растворе нейтрального формалина с последующей промывкой проточной водой и обезвоживанием в батарее спиртов возрастающей концентрации. Материал заливали в парафиновые блоки. На микротоме получали срезы толщиной 4–5 мкм. Детали гистологического строения срезов изучали с помощью микроскопа Olympus BX-41 с использованием объективов Plan 4× ∞ / -, Plan 10× ×/0.25, Plan 40× ×/0.65 ∞ / 0.17.

Гистоморфометрический анализ яичек был проведен на срезах толщиной 3–4 мкм, окрашенных гематоксилин и эозином, с использованием программы для анализа графических изображений «Olympus». Анализ заключался в определении генеративной и инкреторной активностей семенника. Оценка генеративной активности семенника проводилась по определению размеров извитых семенных канальцев и индекса сперматогенеза. Размер канальцев оценивали на основании их среднего диаметра и средней высоты эпителия канальца. Диаметр канальца (d) как расстояние между двумя диаметрально противоположными точками, которые расположены на границе между внутренней частью базальной мембраны и герминативными клетками [11] и высоту эпителия канальца определяли с помощью программы «Master of Morphology, 2008». Индекс сперматогенеза, рассчитывался по формуле и выражался в условных единицах:

$$I = \Sigma a / A ,$$

где I – индекс сперматогенеза, а – количество слоев сперматогенного эпителия, которые определены в каждом канальце; A – количество подсчитанных канальцев [11].

Для определения инкреторной активности семенника мы изучали морфометрические критерии, характеризующие функциональную активность клеток Лейдига. Определяли относительное количество эндокриноцитов и размер ядер клеток Лейдига. Подсчет клеток Лейдига проводили в участках интерстиция треугольной формы между канальцами семенника, срезанных строго поперечно. Количество эндокриноцитов подсчитывали на малом увеличении микроскопа в 20 случайных полях зрения [10].

С помощью статистических методов исследования и программы «Basic Statistic.6.0» определяли средние значения (M), среднее квадратическое отклонение вариант (SD) в каждой группе, критерий Стьюдента (t). Достоверной считали статистическую погрешность менее 5% (p<0.05). Коэффициент Стью

дента и уровень значимости выражали как p_1 и t_1 соответственно при сравнении значений групп контрольной и экспериментальной серии I, и p_2 , t_2 – при сравнении значений I и I-TЗ серий.

Результаты и их обсуждение

Абсолютная масса семенников крыс I серии при сравнении с результатами данных контрольной группы была ниже. Так, после прекращения действия ЭХГ абсолютная масса правого яичка животных I серии была достоверно меньше значений контроля на 12.96% ($p=0.049$) и 11.21% ($p=0.049$) на 7- и 15-е сутки периода реадaptации соответственно. Абсолютная масса левого яичка у крыс 2 группы I серии равнялась 1392 мг, что достоверно ниже показателя группы K на 9.39% ($p=0.026$). Относительная масса левого яичка на 15-е сутки после прекращения действия ЭХГ была недостоверно меньше контрольной на 3.35% ($p=0.655$).

Средний показатель абсолютной массы правого яичка крыс, которые на фоне действия ЭХГ получали тиотриазолин, был зафиксирован на уровне 1609.17 мг, что достоверно меньше показателя соответствующей группы контроля на 8.45% ($p=0.050$) и превышает на 3.11% аналогичный показатель группы животных, не получавших препарат. Абсолютная масса правого яичка крыс I-TЗ серии на 30- и 60-е сутки периода реадaptации равнялась 99.38% ($p=0.918$) и 102.27% ($p=0.723$) по отношению к показателям соответствующих групп контрольной серии.

В указанные сроки у животных 4- и 5-й группы данный показатель недостоверно превышал показатели крыс, подвергавшихся воздействию ЭХГ на 5.13% ($p=0.479$) и 4.88% ($p=0.418$) соответственно. Показатели абсолютной массы левого яичка так же превышали значения у крыс I серии, но были несколько ниже показателей групп контрольной серии.

Линейные показатели семенников крыс, которые подвергались воздействию паров ЭХГ, были ниже данных контрольных групп. Например, средний показатель длины правого яичка крыс I серии 1 группы был равен 17.9 мм, что достоверно ниже показателя соответствующей группы контроля на 7.49% ($p=0.008$). Показатель ширины правого яичка крыс I серии на 15-е сутки после прекращения действия ЭХГ был зафиксирован на уровне 11.9 мм, что недостоверно ниже контрольного показателя на 6.37% ($p=0.143$). Через 30 суток после прекращения действия указанного фактора было отмечено, что ширина правого яичка равна 11.27 мм, что составило 95.18% показателя контроля соответствующей группы. Линейные размеры левого яичка крыс I серии, равно как и правого яичка, были ниже

показателей контроля. Так, например, ширина левого яичка оказалась достоверно ниже показателя соответствующей группы KI у крыс 3 группы и равнялась 11.05 мм, что составило 91.55% ($p=0.049$) к показателю соответствующей группы K.

Средний показатель длины правого яичка крыс, получавших тиотриазолин, на 1-е сутки после прекращения действия ЭХГ был равен 18.62 мм, что составляет 96.23% ($p=0.512$) от показателя соответствующей группы контрольной серии. При сравнении указанного показателя с данными соответствующей группы животных, не получавших корректор, он оказался больше последнего на 4.02%. Ширина правого яичка животных I-TЗ серии 15-е сутки периода реадaptации была зафиксирована на уровне 12.34 мм, что составляло 97.09% ($p=0.497$) к показателю соответствующей группы серии K и недостоверно превышало показатель крыс I серии на 3.7% ($p=0.164$). Средний показатель длины левого яичка крыс I-TЗ серии на 15-е сутки был равен 20.34 мм, что меньше контрольных значений соответствующей группы на 2.82% и недостоверно превышает показатель соответствующей группы I серии на 3.09% ($p=0.516$). Ширина левого яичка в этот же срок равнялась 11.17 мм, что превышает показатель группы животных, которые корректор не получали на 2.1%.

По гистологическому строению семенники половозрелых крыс характеризуются наличием в сперматогенном эпителии клеток на различных этапах сперматогенеза, начиная от сперматогоний до сперматозоидов, которые свободно располагаются в просвете извитых семенных канальцев. Среди клеток сперматогенного эпителия большую часть составляют сперматоциты II порядка и сперматиды, которые находятся на разных этапах созревания. К базальной мембраны канальцев плотно прилегают клетки Сертоли. Стенка канальцев имеет трехслойное строение. Она состоит из базальной мембраны, слоя миоидных клеток и фиброзной оболочки. Извилистые семенные канальцы окружены густой сетью мелких капилляров. В интерстиции располагаются многоугольной формы клетки Лейдига.

При исследовании семенников животных I серии были обнаружены следующие изменения: большое количество канальцев опустошены, в некоторых из них процесс сперматогенеза останавливается на уровне образования сперматид, просветы этих канальцев, без содержания сперматозоидов, хорошо выражен отек интерстиция (рис.). Диаметр таких семенных канальцев значительно уменьшается. Так, в первые сутки после прекращения действия ЭХГ у крыс 1 группы диаметр канальцев составил 214.12 мкм, что на 19.3% ниже показателей контрольной группы ($p=0.007$). При этом уменьшается толщина

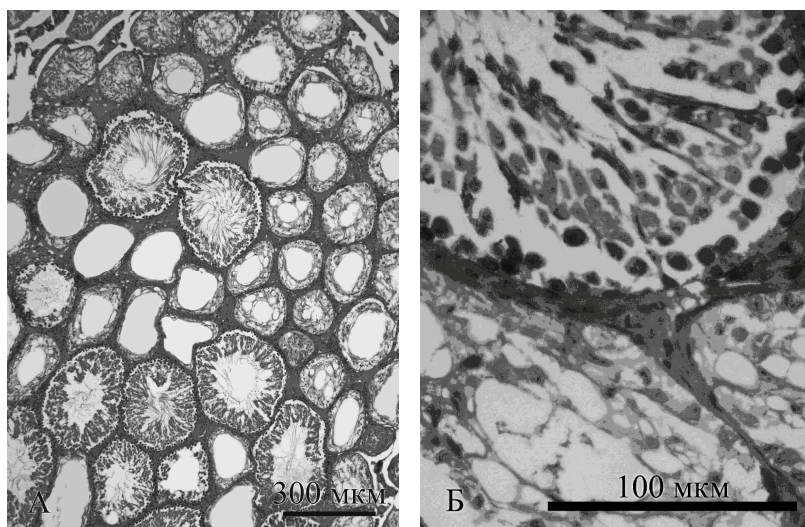


Рис. А – семенник половозрелой крысы I серии. Об. 10. Б – клетки сперматогенного эпителия крыс I-T3 серии. Клетки Лейдига в интерстициальном пространстве. Об. 40. Окраска гематоксилином и эозином.

эпителия канальцев. Например, у животных 2 группы I серии она равнялась 135.14 мкм, по сравнению с данными контроля это ниже на 25.39% ($p=0.004$). Относительное количество клеток Лейдига у животных 1 и 2 групп I серии было меньше соответственно на 23.04% ($p=0.01$) и 22.56% ($p=0.001$), а диаметр ядер этих клеток – на 17.16% ($p=0.001$) и 17.01% ($p=0.003$). Индекс сперматогенеза на 7-е сутки равнялся 2.47.

По гистологическому строению семенники половозрелых крыс, которые на фоне действия ЭХГ получали в качестве корректора тиотриазолин, отличаются от контрольных и тех, которые корректор не получали. Так, на фоне канальцев с разрушенным сперматогенным эпителием все чаще встречаются сохраненные канальцы (рис., Б). В интерстиции появляются клетки Лейдига, местами отек сохраняется. Диаметр семявыносящих канальцев, толщина эпителия канальцев, относительное количество интерстициальных эндокриноцитов и диаметр их ядер увеличиваются по отношению к значениям крыс I экспериментальной серии. Индекс сперматогенеза возрастает. Так, диаметр семенных канальцев животных 2 группы I-T3 серии равен 241.8 мкм, что составляет 91.66% по отношению к контролю и недостоверно превышает показатель одноименной группы I серии на 12.85% ($p=0.19$). При этом толщина эпителия канальца этой же экспериментальной группы составляла 149.3 мкм, что ниже показателя серии К на 31.2 мкм и больше на 14.59 мкм показателя одноименной группы I серии, что составляет 10.8% ($p=0.095$). При подсчете относительного количества эндокриноцитов у животных I серии было установлено, что на 7- и 15-е сутки их количество составляло 9.2% и 9.53% соответственно, что равно 84.02% ($p=0.001$) и 84.64% ($p=0.004$) от контроля и недостоверно превышает значения соответствующих групп I серии на 8.49% ($p=0.13$) и 8.29% ($p=0.285$). Максимальное повышение индекса сперматогенеза у крыс, которые под-

вергались воздействию ЭХГ и одновременно получали тиотриазолин, было отмечено на 1-е сутки (2.76), в то время, как контрольное значение этой группы равнялось 3.47.

Полученные в ходе исследования данные демонстрируют, что влияние паров ЭХГ вызывает существенные изменения в структуре семенников, а, следовательно, и в их функции. Уменьшаются масса яичек и их линейные размеры. Замедляются процессы формирования сперматозоидов, вплоть до полного отсутствия их образования.

Данные, касающиеся измерения размеров семенников при воздействии паров ЭХГ, в зарубежной литературе практически отсутствуют. В литературе представлены сведения о токсическом влиянии различных других агентов на половые железы. Например, влияние кадмия в дозе 1 мг/кг массы тела приводит к прогрессивному уменьшению длины и ширины яичек [14]. Также мы не встретили опубликованных результатов исследований, посвященных коррекции морфологических изменений, вызванных воздействием ЭХГ, тиотриазолином.

Заключение

Таким образом, на фоне токсического воздействия эпихлоргидрина относительная масса, линейные размеры семенников и диаметр семенных канальцев уменьшаются, большое количество канальцев опустошаются. Процесс сперматогенеза останавливается на уровне образования сперматид, что приводит к уменьшению продукции морфологически целостных сперматозоидов. Следовательно, индекс сперматогенеза снижается. 60-дневное ингаляционное воздействие эпихлоргидрина с однократной 5-часовой экспозицией в концентрации 10 мг/м³ приводит у крыс половозрелого возраста к нарушению морфофункционального состояния семенников во все исследуемые сроки после прекращения воздействия токсиканта. Использование тиотриазо-

лина в дозе 117.4 мг/кг в качестве корректора приводит к восстановлению структуры семенников.

Список литературы

1. *Высоцкий И. Ю.* Фармакологическая регуляция активности ферментов, принимающих участие в метаболизме эпоксидных соединений. Вестник СумДУ. 2002; 8(41): 5–12.
2. *Данов С. М., Сулимов А. В., Овчарова А. В.* Влияние технологических параметров на процесс синтеза эпихлоргидрина. Журнал прикладной химии. 2012; 85(1): 65–69.
3. *Дейнека С. Е.* Цитопротекторный эффект эхинацеи пурпурной относительно токсического воздействия свинца и кадмия. Современные проблемы токсикологии. 2000; 1: 47–48.
4. Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС). Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Испытания по оценке репродуктивной/эмбриональной токсичности (скрининговый метод). М.: Стандартинформ; 2013: 18.
5. *Звягинцева Т. Д., Гаманенко Я. К.* Коррекция перекисного окисления липидов и антиоксидантная защита у больных с хроническими эрозиями желудка. Сучасна гастроентерологія. 2008; 5: 39–41.
6. *Каюмов У. К.* Новые перспективы применения тиотриазолина в общеврачебной практике. Запорожский медицинский журнал. 2010; 12(5): 34–36.
7. *Козловский В. И., Коневалова Н. Ю., Козловская С. П.* Новый цитопротектор тиотриазолин. Вестник фармации. 2007; 4 (38): 1–5.
8. *Мишалов В. Д., Чайковский И. В., Твердохлеб Ю. Б.* О правовых, законодательных и этических нормах и условиях при выполнении научных морфологических исследований. Морфология. 2007; 1(2): 108–115.
9. *Овсянникова Л. М., Носач Е. В.* Антиоксидантные препараты: проблема выбора. Doctor. 2003; 1: 74–76.
10. *Ухов Ю. И.* Морфометрические методы в оценке функционального состояния семенников. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983; 84(3): 66–73.
11. *Awobajo F. O.* Histomorphometric Changes in the Testes and Epididymis of Wistar Strain Albino Rats Following Fourteen Days Oral Administration of Therapeutic Doses of Some Antibiotics. Int. J. Morphol., 2010; 28(4): 1281–1287.
12. Epichlorohydrin in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, 2004. 15 p.
13. European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. and other scientific purposes. Coun. of Europe, Strasbourg, 1986. 53p.
14. *Hoe Saeng Yang, Dong Keun Han, Jung Ran Kim.* Effects of Tocopherol on Cadmium-Induced Toxicity in Rat Testis and Spermatogenesis. J. Korean Med. Sci. 2006; 21: 445–451.

References

1. Vysotskiy I.Yu. Farmakologicheskaya regulyatsiya aktivnosti fermentov, primimayushchikh uchastie v

- metabolizme epoksidnykh soedineniy [Pharmacological regulation of the activity of enzymes involved in the metabolism of epoxy compounds]. Vestnik SumDU. 2002; 8(41): 5–12 (in Russian).
2. Danov S.M., Sulimov A.V., Ovcharova A.V. Vliyaniye tekhnologicheskikh parametrov na protsess sinteza epikhlorgidrina [The influence of technological parameters on the synthesis of epichlorohydrin]. Russian Journal of Applied Chemistry. 2012; 85(1): 65–69 (in Russian).
3. Deyneka S.E. Tsitoprotekturnyy effekt ekhinatsei purpurnoy otnositel'no toksicheskogo vozdeystviya svintsa i kadmiya [The cytoprotective effect of Echinacea purpurea relative to the toxic effect of lead and cadmium]. Modern problems of toxicology. 2000; 1: 47–48 (in Russian).
4. Evraziyskiy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (EASS). Metody ispytaniya po vozdeystviyu khimicheskoy produktsii na organizm cheloveka. Ispytaniya po otsenke reproduktivnoy/embrional'noy toksichnosti (skrinigovyy metod) [Eurasian Council for standardization, Metrology and certification (EASC). Test methods for effects of chemical products on the human body. Tests to evaluate reproductive/fetal toxicity (screening method)]. Moscow: Standartinform; 2013: 18 (in Russian).
5. Zvyagintseva T.D., Gamanenko Ya.K. Korrektsiya perekisnogo okisleniya lipidov i antioksidantnaya zashchita u bol'nykh s khronicheskimi eroziyami zheludka [The correction of lipid peroxidation and antioxidation protection in patients with chronic erosions of stomach]. Suchasna gastroenterologiya. 2008; 5: 39–41 (in Russian).
6. Kayumov U.K. Novye perspektivy primeneniya tiotriazolina v obshchevrachebnoy praktike [New perspectives for the use of thiotriazolin in therapeutic practice]. Zaporozhskiy meditsinskiy zhurnal. 2010; 12 (5): 34–36 (in Russian).
7. Kozlovskiy V.I., Konevalova N.Yu., Kozlovskaya S.P. Novyy tsitoprotektor tiotriazolin [Thiotriazolin – a new cytoprotector]. Vestnik farmatsii. 2007; 4 (38): 1–5 (in Russian).
8. Mishalov V.D. Chaykovskiy I.V., Tverdokhlebyu.B. O pravovykh, zakonodatel'nykh i eticheskikh normakh i usloviyakh pri vypolnenii nauchnykh morfologicheskikh issledovaniy [On legal, legislative and ethical standards, and conditions, performing morphological scientific studies]. Morfologiya. 2007; 1(2): 108–115 (in Russian).
9. Ovsyannikova L.M., Nosach E.V. Antioksidantnye preparaty: problema vybora [Antioxidant drugs: the problem of choice]. Doctor. 2003; № 1: 74–76
10. Ukhov Yu.I. Morfometricheskie metody v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya semennikov [Morphometric methods in assessing the functional state of the testes]. Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii. 1983; 84 (3): 66–73 (in Russian).
11. Awobajo F.O. Histomorphometric Changes in the Testes and Epididymis of Wistar Strain Albino Rats Following Fourteen Days Oral Administration of Therapeutic Doses of Some Antibiotics. Int. J. Morphol., 2010; 28(4): 1281–1287.
12. Epichlorohydrin in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, 2004. 15 p.
13. European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. and other scientific purposes. Coun. of Europe, Strasbourg, 1986. 53p.

14. Hye Saeng Yang, Dong Keun Han, Jung Ran Kim. Effects of Tocopherol on Cadmium-Induced Toxicity in Rat Testis and Spermatogenesis. J. Korean Med. Sci. 2006; 21: 445–451.

Сведения об авторе

Волошина Ирина Сергеевна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры онкологии, радиологии и трансфузиологии ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки». 91045, ЛНР, г. Луганск, кв. 50-летия Обороны Луганска, 1г. E-mail: is_voloshina@mail.ru

Поступила в редакцию 30.06.2017 г.

Для цитирования: Волошина И.С. Морфологические изменения структуры семенников крыс при воздействии паров эпихлоргидрина и их коррекции тиотриазолином. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017; 6(4): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-4-9-14

For citation: Voloshina I. S. Morphological changes in the structure of the rats testes during exposure to epichlorohydrin vapors and correction with thiotriazoline. Journal of Anatomy and Histopathology. 2017; 6(4): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-4-9-14