

© Український журнал клінічної та лабораторної медицини, 2013  
УДК 616.688: 537. 531:615.37 – 092.9

## Электронно-микроскопические особенности кровеносного и лимфатического русла семенников крыс после их облучения электромагнитным полем и использования раствора иммуномодулятора

Э.Г.Топка, Е.Н.Шарапова, В.М.Байбаков

ГУ «Днепропетровская медицинская академия Министерства охраны здоровья Украины»,  
кафедра урологии, оперативной хирургии и топографической анатомии  
Днепропетровск, Украина

В данном исследовании освещены характерные особенности ультраструктурных изменений в кровеносной и лимфатической системах семенников крыс после их облучения электромагнитным полем и применения настойки эхинацеи пурпурной. Изменения, происходящие в половой железе, происходят пофазно: начальная фаза трансформации переходит в последующую фазу компенсаторно-приспособительных реакций.

**Ключевые слова:** семенник, электромагнитное излучение, висцеральный, париетальный лимфоэндоотелий.

### ВВЕДЕНИЕ

Мужские половые органы в высшей степени чувствительны к тепловому воздействию и особенно уязвимы при облучении. Безопасная плотность излучения в виде максимального уровня 5 мВт/см<sup>2</sup> значительно ниже, чем для других чувствительных к облучению органов. В результате облучения семенников может наступить временное или постоянное бесплодие [2, 4]. Повреждение половых тканей рассматривают особо, так как некоторые генетики считают, что небольшие дозы облучения не приводят к каким-либо физиологическим нарушениям, в то же время могут вызвать мутации генов, которые остаются скрытыми в течение нескольких поколений.

Для семенников было обнаружено, что дегенеративные изменения в семенниках крыс при 10-минутном облучении микроволнами (2800

МГц) возникают при повышении температуры до 30-33°C. Многократное облучение 3-сантиметровыми волнами с интенсивностью 100 мВт/см<sup>2</sup> вызывало повышение температуры в тканях семенников на 3,3°C и приводило к атрофии семенных канальцев [1].

Морфологические изменения в семенниках возникали у морских свинок под действием постоянного магнитного поля в форме некробиотических изменений клеток сперматогенного эпителия, наблюдалось понижение в них содержания ДНК и РНК [3].

Целью исследования было изучение ультраструктурных изменений в семенниках крыс, которые подвергались действию электромагнитного поля и после этого энтерально получали раствор иммуномодулятора — настойки эхинацеи пурпурной.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование было проведено на 36 половозрелых самцах белых крыс весом 180-200 г и возрастом 3 месяца, которых разделили на две серии — экспериментальные (30 крыс) и контрольные (6 крыс). Все манипуляции с животными проводились в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1985) и положениями «Общих этических принципов экспериментов на животных», одобренными I Национальным конгрессом по биоэтике (Киев, 2001). Животных облучали электромагнитным полем напряжением 750 кВ частотой 50 Гц на электроподстанции «Днепроблэнерго» г. Днепропетровска на протяжении 1,5 часа. Животные находились на уровне 1,7 м от земли.

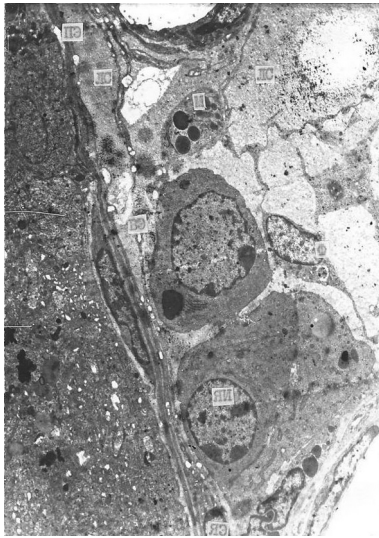


Рис. 1. Электронная микроскопия семенника половозрелой крысы после 45-суточного воздействия электромагнитного излучения и последующего введения настойки эхинацеи пурпурной: ЯИ – ядро интерстициального эндокриноцита; ЯЭ – ядро эндотелиоцита; Ф – фибробласт; М – макрофаг; ВЭ – висцеральный эндотелий; ПЭ – париетальный эндотелий; ЛС – просвет синусоидального лимфокапилляра. Ультратонкий срез. Ув.  $\times 1800$ .

На 14, 30, 45, 90 и 120 сутки после облучения подопытным крысам вводили на протяжении 2 дней внутрижелудочно 7-8% спиртовую настойку эхинацеи пурпурной с расчетом 2-2,5 мл/кг массы животных, потом выводили из эксперимента путем декапитации под эфирным наркозом, выделяли семенники. Во время забора материала для электронно-микроскопического исследования кусочки семенников размером 1 мм вырезали острым лезвием и погружали сначала в глутаральдегидный фиксатор по Карновскому, потом материал перекладывали в 1% тетраоксид осмия по Паладе на 1 час. В дальнейшем обработку материала производили по общепринятой методике. Полученные на ультрамикротоме УМТП-4 Сумского производственного объединения «Электрон» (Украина) срезы контрастировали 2% раствором уранилацетата на 70% спирте и цитрате свинца по Рейнольдсу. Изучение материала проводили на электронном микроскопе EM-125 того же производства с последующим фотографированием при увеличении от 5000 до 12000 раз.

Микроморфометрическое исследование объектов производили на компьютерном комплексе, в состав которого входили микроскоп «LEICA CME» (объектив Plan 4 $\times$  $\infty$ -, 10 $\times$ х/0.25, 40 $\times$  х/0.65  $\infty$ /0.17), цифровой фотоаппарат Olympus (модель NO.E – 300DC 9V) с пятимегапиксельной матрицей, который соединен с микроскопом системой адаптеров производ-

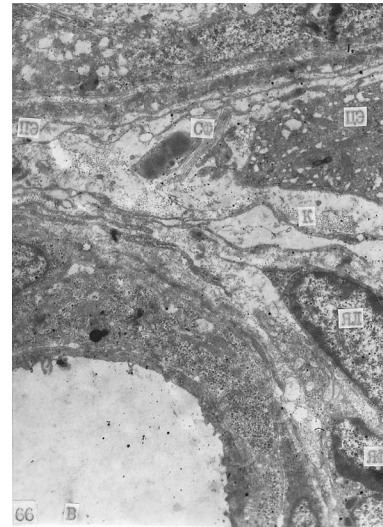


Рис. 2. Электронная микроскопия семенника половозрелой крысы после 90-суточного воздействия электромагнитного излучения и введения настойки эхинацеи пурпурной: ЯЛ – ядро лимфоцита; СФ – стромные филаменты; К – коллаген; ЦЭ – цитоплазма интерстициального эндокриноцита; ЯФ – ядро фиброцита. Ультратонкий срез. Ув.  $\times 2000$ .

тва той же фирмы. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel (р – показатель достоверности результатов).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При электронно-микроскопическом изучении семенника крыс паренхиматозный компонент железы представлен извитыми семенными каналцами, находящимися на разных стадиях сперматогенного цикла. Интерстициальная ткань занимала объем  $0,200 \pm 0,003$  мкм<sup>3</sup>, содержала островки интерстициальных клеток, элементы кровеносного и лимфатического русла. На тестовой системе в 900 мкм<sup>3</sup> в интерстиции находилось  $4,21 \pm 0,18$  ядер интерстициальных эндокриноцитов, средний объем которых достигал  $26,94 \pm 0,16$  мкм<sup>3</sup>. В центре межканальцевого промежутка размещались кровеносные сосуды: артериолы, капилляры, вены; островки интерстициальных эндокриноцитов, которые тесно прилегали к ним, были окружены оболочкой из эндотелиальных клеток. Так представлен висцеральный слой лимфоэндотелия. Цитологически идентичный париетальный слой эндотелиального пласта окружал извитые семенные каналцы, которые тесно прилегали к их наружному, образованному миоидны-

ми клетками слою. Оба слоя лимфатического эндотелия, которые переходили один в другой, образовывали единый моноцеллюлярный эндотелиальный пласт, который характеризовался химерной архитектурой и непрерывностью. Численная плотность ядер лимфатических эндотелиоцитов в интерстиции семенников животных составляла  $4,86 \pm 0,08$  усл.ед.

Ультраструктурными особенностями лимфатических эндотелиальных клеток было наличие большого овального ядра объемом  $5,55 \pm 0,10$  мкм<sup>3</sup>, сосуда, который заходит в просвет эндотелия, со специфично размещенным ядрышком и глыбками гетерохроматина. Малочисленные цитоплазматические органеллы локализовались в околядерной зоне. Здесь определялись сравнительно развитые цистерны эндоплазматического ретикулума, элементы пластинчатого комплекса, рибосомы и полисомы, а также типовые для эндотелиоцитов лимфокапилляров большие пузырьки (симфизиосомы). Длинные отростки эндотелиоцитов толщиной 0,1-0,5 мкм пестрели мелкими (50-70 нм) цитоплазматическими везикулами. В местах клеточных контактов отростки эндотелиоцитов перекрывали один другой на значительном протяжении.

Трехмерные сети синусоидальных лимфокапилляров в виде муфт окружали извитые семенные каналцы и кровеносные сосуды с прилежащими к последним группами эндокриноцитов, образуя единую жидкостную систему в интерстиции семенника. От лимфатических цистерн сетки семенника в средостении органа формировались клапаны, которые содержали лимфатические посткапилляры, переходящие в лимфатические сосуды придатка яичка. Очень редко определялись лимфокапилляры «классического типа» в соединительнотканых перегородках половой железы. Эти лимфатические сосуды, которые относятся из-за отсутствия в них клапанов к капиллярному звену лимфомикроциркуляторного русла, дренировали лимфу в направлении к белочной оболочке органа. В семенниках подопытных животных на 14-е сутки эксперимента определялось умеренное разрастание компонентов стромы, объемная плотность которой увеличилась до  $0,298 \pm 0,010$  усл.ед. ( $p < 0,05$ ). Объем ядер интерстициальных эндокриноцитов увеличился до  $29,48 \pm 0,27$  мкм<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Интерстициальные эндокриноциты располагались в интерстиции группами по 4-7 клеток, количественная плотность их ядер составила  $5,83 \pm 0,23$  усл.ед., что достоверно превышало аналогичный кон-

трольный показатель  $4,86 \pm 0,08$  ( $p < 0,05$ ). Островки эндокриноцитов непосредственно примыкали к кровеносным капиллярам.

Первая фаза — трансформации — наступала после 14-суточного облучения семенника и продолжалась до 45-суточного облучения. В этот период происходило уменьшение диаметра извитого семенного каналца до  $225,1 \pm 2,31$  мкм, снижение содержания лимфокапилляров половых желез и заполнение межканальцевых промежутков гипертрофированными и пролиферирующими эндокриноцитами интерстиция, макрофагами и грубоволокнистой соединительной тканью.

Вторая фаза — компенсаторно-приспособительных изменений — от 45-х до 120-х суток наблюдения характеризовалась увеличением объема внутриоргана кровеносного русла семенников, расширением синусоидных лимфокапилляров, увеличением транспортной активности эндотелиальных клеток. Паренхиматозные компоненты ткани половых желез реагировали на влияние электромагнитного поля регенерацией семенного эпителия, утолщением собственной оболочки извитых семенных каналцев, увеличением их диаметра до  $235,2 \pm 2,20$  мкм.

Введение раствора эхинацеи во все сроки наблюдения вызывало прогрессирование восстановительных морфологических изменений в семенниках. Наблюдалось постепенное расширение объема внутриоргана кровеносного и лимфатического русла семенников, обнаруживалась пролиферация и гипертрофия интерстициальных эндокриноцитов, отмечалась также лимфоидно-гистиоцитарная инфильтрация стромы семенной железы, сперматогенные клетки были на всех стадиях развития, сперматогенез происходил в полном объеме и без образования патологических форм сперматозоидов. Эти факты позволили утверждать, что введение настойки эхинацеи пурпурной может влиять на иммунологическую функцию семенников.

## ВЫВОДЫ

Проанализировав результаты ультрамикроскопической и гистологической структуры семенников крыс, установлено, что реакцию семенников на влияние электромагнитного поля можно разделить на две фазы: первая — трансформации (до 45-х суток наблюдения) и вторая — компенсаторно-приспособительная (до 120-х суток наблюдения). Введение раствора эхинацеи во все сроки наблюдения вызывает улучшение морфологического состояния половых желез.

В перспективе последующих исследований целесообразно выявить реакцию других органов мочеполовой сферы на введение растворов иммуномодуляторов, в том числе и эхинацеи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бояджян А.С. Воздействие когерентных электромагнитных волн миллиметрового диапазона на содержание различных популяций иммунных комплексов в крови / А.С.Бояджян, С.С.Акопян, Д.С.Григорян // Миллиметровые волны в биологии и медицине. — 2005. — №2. — С. 72-76.
2. Ивахненко О.Л. Мужское бесплодие. Современные подходы к лечению / О.Л.Ивахненко, О.П.Стрелец, Г.И.Кабачный // Запорожский медицинский журнал. — 2010. — Т. 12, №2. — С. 65-69.
3. Федоров В.Д. Опухоли яичка / В.Д.Федоров, М.Ю.Пискунов, А.И.Шеголев // Хирургия. — 2007. — №5. — С. 68-74.
4. Юзько О.М. Статистические исследования: использование в Украине дополнительных репродуктивных технологий для лечения бесплодия / О.М.Юзько, Т.А.Юзько // Буковинский мед. вестник. — 2011. — Т. 15, №3. — С. 135-137.

**Е.Г.Топка, О.М.Шарапова, В.М.Байбаков.**  
**Електронно-мікроскопічні особливості кровоносного та лімфатичного руслів сім'яників щурів після їх опромінення електромагнітним полем і використання розчину імуномодулятора. Дніпропетровськ, Україна.**

**Ключові слова:** сім'яник, електромагнітне випромінювання, вісцеральний, парієнтальний лімфоендотелій.

В даному дослідженні висвітлені характерні особливості ультраструктурних змін у кровоносній та лімфатичній системі сім'яників щурів після їх опромінення електромагнітним полем та вживання настоянки ехінацеї пурпурової. Зміни в статевій залозі відбуваються пофазно: початкова фаза трансформації переходить в наступну фазу компенсаційно-приспосувальних реакцій.

**E.G.Topka, E.N.Sharapova. Electromicroscopical characteristics of testes of rats after exposure to electromagnetic radiation and following immunostimulation. Dnepropetrovsk, Ukraine.**

**Key words:** testicle, electromagnetic radiation, visceralis, parietalis lymphoendoteles.

In this research the results were adduced of morphological researches of testes of rats, who were subjected to the effect of electromagnetic radiation, followed by immunostimulation therapy. As a result, at the end of this research findings were obtained, which confirm the positive influence of immunomodulatory drugs on the inner genital organs of rats.

Надійшла до редакції 18.06.2013 р.