



МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭПИТЕЛИЯ МАТОЧНЫХ ТРУБ КРЫС РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА ПРИ БИЛАТЕРАЛЬНОЙ ОВАРИОЭКТОМИИ

Кораблева Т.В., Фоканова О.А., Батова А.К.

Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия, e-mail: oafokanova-76@mail.ru

Для цитирования:

Кораблева Т.В., Фоканова О.А., Батова А.К. Морфофункциональные изменения эпителия маточных труб крыс репродуктивного возраста при билатеральной овариоэктомии. *Морфологические ведомости*. 2025;33(3):933. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2025.33\(3\).933](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2025.33(3).933)

Резюме. Овариоэктомия приводит к гормональной дисфункции, которая проявляется на всех уровнях структурной организации органов женской репродуктивной системы в том числе и на эпителиальной выстилке маточных труб. Цель работы – изучить морфофункциональные характеристики эпителиальной выстилки всех отделов маточных труб у крыс репродуктивного возраста при билатеральной овариоэктомии. Объектом для морфологического исследования послужили 20 самок крыс линии Вистар шестимесячного возраста. Все животные были разделены на две группы: 10 самок в контрольной группе, 10 самок с овариоэктомией. Овариоэктомия была использована как экспериментальная модель для исключения влияния гормонов яичников на маточные трубы. Маточные трубы фиксировались в растворе забуференного 10% формалина, далее изготавливались парафиновые срезы толщиной 4 мкм и окрашивались гематоксилином и эозином. Подсчет клеток производился из расчета не менее чем на 1000 клеток от каждого животного. Морфометрический анализ тканевых компонентов эпителиальной выстилки слизистой оболочки маточной трубы измеряли в специальной компьютерной программе ImageJ. Фазу эстрального цикла определяли при помощи окраски влагалищных мазков по протоколу RAPIHEM. Крысы контрольной и экспериментальных групп находились в фазе покоя. Для проверки однородности дисперсий использовали критерий Фишера. Различия считали статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. При двусторонней овариоэктомии эпителий маточных труб значительно перестраивается во всех отделах, проявляясь увеличением толщины слизистой и преобразованием клеточного состава. Наибольшие изменения наблюдаются в ампулярном и маточном отделах маточных труб. Для ампулярной части характерно снижение вставочных клеток в 2,6 раза и увеличение секреторных в 3,5 раза. Для маточной части – возрастает процентное соотношение секреторных клеток в 2 раза. Частота билиния ресничек эпителия маточных труб уменьшилась на 40% во всех отделах по сравнению с группой контроля. Полученные изменения являются потенциальным фактором риска дисфункции маточных труб как органа.

Ключевые слова: маточная труба, эпителий, крысы Вистар, овариоэктомия, морфометрия

Статья поступила в редакцию 10 февраля 2025
Статья принята к публикации 20 сентября 2025

THE REPRODUCTIVE-AGE RATS UTERINE TUBES EPITHELIUM MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES AT BILATERAL OVARIECTOMY

Korableva TV, Fokanova OA, Batova AK

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia, e-mail: oafokanova-76@mail.ru

For the citation:

Korableva TV, Fokanova OA, Batova AK. The reproductive-age rats uterine tubes epithelium morphological and functional changes at bilateral ovariectomy. *Morphologicheskies Vedomosti – Morphological newsletter*. 2025;33(3):933. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2025.33\(3\).933](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2025.33(3).933)

Summary. Ovariectomy leads to hormonal dysfunction, which manifests itself at all levels of the structural organization of the female reproductive system, including the epithelial lining of the uterine tubes. The aim of this study was to investigate the morphological and functional characteristics of the epithelial lining of all sections of the uterine tubes in reproductive-aged rats with bilateral ovariectomy. Twenty-six-month-old female Wistar rats served as subjects for the morphological study. All animals were divided into two groups: 10 females in the control group and 10 females with ovariectomy. Ovariectomy was used as an experimental model to exclude the influence of ovarian hormones on the uterine tubes. The uterine tubes were fixed in 10% buffered formalin, then paraffin sections (4 μ m thick) were cut and stained with hematoxylin and eosin. Cell counts were calculated based on at least 1000 cells per animal. Morphometric analysis of tissue components of the epithelial lining of the uterine tube mucosa was measured using the ImageJ software. Estrous cycle phase was determined by staining vaginal smears using the RAPIHEM protocol. Rats in the control and experimental groups were in the resting phase. Fisher's exact test was used to test for homogeneity of variances. Differences were considered statistically significant at a significance level of $p < 0.05$. After bilateral ovariectomy, the uterine tube epithelium undergoes significant restructuring in all sections, manifested by an increase in mucosal thickness and a transformation of the cellular composition. The greatest changes are observed in the ampullary and uterine sections of the uterine tubes. The ampullary section is characterized by a 2.6-fold decrease in intercalated cells and a 3.5-fold increase in secretory cells. For the uterine section, the percentage of secretory cells increases by 2.0. The ciliary beat frequency of the uterine tube epithelium decreased by 40% in all regions compared to the control group. These changes are a potential risk factor for uterine tube dysfunction.

Keywords: uterine tube, epithelium, Wistar rats, ovariectomy, morphometry

Article received 10 February 2025
Article accepted 20 September 2025

Введение. Рак яичников наряду со злокачественными опухолями шейки и тела матки является одним из наиболее распространенных онкологических заболеваний. При ежегодном обследовании рак яичников в Российской Федерации диагностируется более чем у 11 тысяч на 100 тысяч женщин [1-2]. Одним из методов лечения является полное или частичное удаление яичников [1, 3]. Тесная анатомическая и функциональная взаимосвязь матки, маточных труб (далее МТ) и яичников предполагает, что оперативное вмешательство на одном из этих органов приводит к изменениям в другом [4] и влияет на весь организм в целом [5-9]. Одна из основных функций МТ - участие в транспортировке эмбриона в полость матки. Любые морфологические изменения, вызванные перестройкой гормонального фона, влиянием радиации, операционными вмешательствами могут приводить к нарушениям переноса эмбриона [5, 10-14]. Эти воздействия могут выражаться в качественном и количественном изменении секрета, изменении структуры и частоты биения ресничек эпителиоцитов, усиленной десквамацией клеток, что играет важную роль в патогенезе заболеваний репродуктивной системы [6, 13, 15-17], поэтому оценка состояния МТ при нарушении гормонального фона является актуальной.

Цель исследования: изучить морфофункциональную характеристику эпителиальной выстилки всех отделов маточных труб у крыс репродуктивного возраста при билатеральной овариэктомии.

Материалы и методы исследования. Объектом для морфологического исследования послужили 20 самок крыс линии Вистар шестимесячного возраста. Все животные были разделены на две группы: 10 самок в контрольной группе, 10 самок с овариэктомией. Овариэктомия была использована как экспериментальная модель для исключения влияния гормонов яичников на МТ согласно общепринятой методике [6, 12, 15, 18]. Крыс выводили из эксперимента уретановым наркозом, 1000/кг, внутривенно. Содержание животных соответствовало правилам лабораторной практики при проведении

доклинических исследований в Российской Федерации (ГОСТ 351000.3-96 и 51000.4-96) и Приказу МЗ РФ №267 от 19.06.2003 г. «Об утверждении правил лабораторной практики» с соблюдением Международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных. Все эксперименты проведены в соответствии с российскими нормативами и современными международными биоэтическими стандартами по работе с лабораторными животными (заклужение этического комитета Ярославского государственного медицинского университета Минздрава России, протокол № 4 от 18.10.2016 г.). МТ фиксировались в растворе забуференного 10% формалина, далее изготавливались парафиновые срезы толщиной 4 мкм и окрашивались гематоксилином и эозином. Подсчет клеток производился с учетом не менее чем 1000 клеток на каждого животного. Морфометрический анализ тканевых компонентов эпителиальной выстилки слизистой оболочки МТ измеряли в специальной программе ImageJ. Фазу эстрального цикла определяли при помощи окраски влагалищных мазков по протоколу RAPIHEM. Крысы контрольной и экспериментальных групп находились в фазе покоя [18-19]. Наряду с гистологическим исследованием, нефиксированные срезы МТ помещались в условиях контролируемой температуры в среду Eagle и изучались с помощью программно-аппаратного видео-микроскопического комплекса «Азимут». Компьютерная обработка полученных видеofайлов позволяет автоматически рассчитать частоту биения ресничек [13].

Распределение значения переменных в вариационных рядах первичных данных оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, преобладало нормальное распределение. Значимость различий при нормальном распределении данных в выборке оценивали, используя параметрический метод t-критерия Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Данные представлены как среднее арифметическое значение и стандартная ошибка средней ($M \pm m$). В отличие от человека МТ белой лабораторной крысы имеет вид тонкой извитой трубочки, спи-

рально закрученной в компактный клубок, в которой выделяют воронку, ампулярную и маточную части. Так же, как и у человека, у самки белой крысы имеется внутренняя слизистая оболочка с тем же составом клеток в эпителии: реснитчатые (мерцательные), безреснитчатые (секреторные) и базальные (вставочные) клетки. Выбор крыс, как экспериментальных животных для моделирования данного симптомокомплекса связан с тем, что их анатомо-физиологические характеристики сходны [20-22].

Результаты и обсуждение. Клеточные популяции эпителия МТ и их процентное соотношение у контрольных и опытных крыс анализировались на основе морфофункциональных показателей, обобщенных в таблице 1. У крыс в группе контроля на долю реснитчатых клеток в воронке приходится 90%, количество вставочных составляет 8%, секреторных - 2%. У овариоэктомированных крыс содержание секреторных клеток увеличилось в 3 раза. Высота реснитчатых клеток в норме составила $10,3 \pm 0,59$ мкм, после проведения овариэктомии произошел прирост этого показателя в 1,5 раза. Длина ресничек достоверно не изменилась. Частота биения ресничек (далее и в таблице - ЧБР) с $15,5 \pm 0,40$ Гц в группе контроля снизилась до $9,25 \pm 0,10$ Гц в эксперименте. Высота вставочных ($4,50 \pm 0,67$ мкм) и секреторных ($6,9 \pm 0,4$ мкм) клеток увеличилась почти в 2 раза.

В ампулярной части маточной трубы доля реснитчатых клеток у опытных животных достоверно не изменилась, содержание вставочных клеток у экспериментальных крыс снизилось в 2,6 раза с 13% до 5%, а доля секреторных клеток увеличилась в 3,5 раза с 2% до 7%. Высота реснитчатых клеток в контроле составила $10,8 \pm 0,35$ мкм, у овариоэктомированных крыс происходит резкое увеличение этого показателя до $28,5 \pm 0,5$ мкм. Такая же тенденция прослеживается у секреторных и вставочных клеток с $9,54$ мкм до $26,21$ мкм и с $6,82 \pm 0,4$ мкм до $10,4$ мкм, соответственно. Длина ресничек достоверно не изменяется. Анализ ЧБР показал снижение показателя в 1,7 раза с $13,9 \pm 0,82$ до $8,47 \pm 0,2$ Гц (таблица 1, рис. 1).

Содержание реснитчатых клеток маточной части при овариоэктомии уменьшается с 82% до 73%. Доля вставочных клеток не изменилась, а секреторных - возросла с 10 до 18%. Высота реснитчатых клеток увеличивается в 2,5 раза, секреторных - в 2 раза, вставочные клетки в этой части МТ меньше всего подвержены изменениям. ЧБР уменьшилась на 40%, высота ресничек не изменилась.

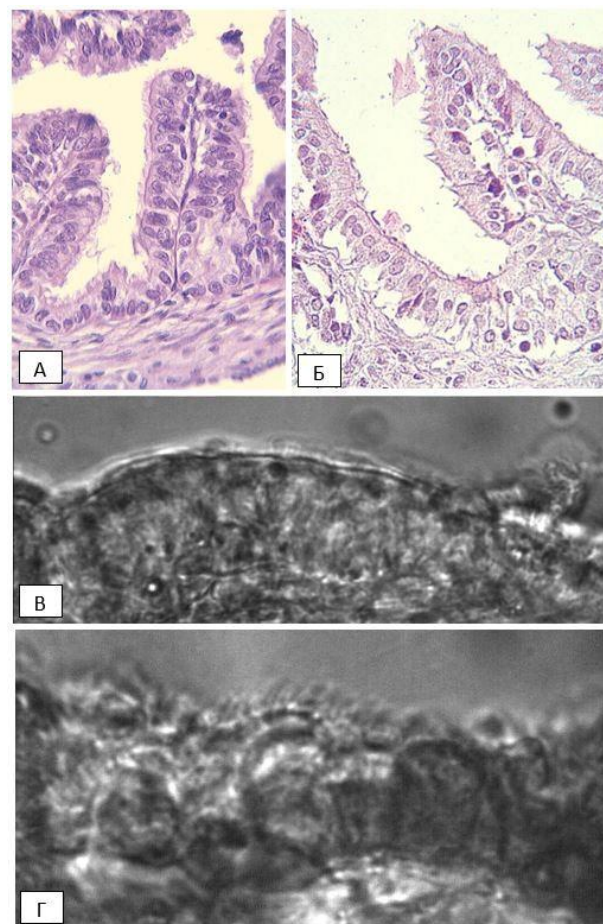


Рис. 1. Микрофото структуры эпителия ампулярной части маточной трубы крысы в контроле и в эксперименте с овариоэктомией. Обозначения: А - контрольная группа; Б - группа овариэктомии. Окр. гематоксилином и эозином. Ув.: $\times 400$; В - фрейм видеофайлов прижизненной съемки мерцания ресничек эпителия в контрольной группе; Г - после овариоэктомии. Ув.: $\times 400$.

Овариоэктомия влияет на клеточный состав выстилки маточных труб. Во всех отделах МТ происходит увеличение размеров высоты эпителиального пласта,

Таблица 1

**Состав, морфометрические и функциональные показатели клеток эпителия
слизистой оболочки маточных труб у крыс**

Серия экспериментов	Реснитчатые клетки				Вставочные клетки		Секреторные клетки	
	Содержание в пласте (%)	Высота (мкм)	Длина ресничек (мкм)	ЧБР (Гц)	% в пласте	Высота (мкм)	% в пласте	Высота (мкм)
Воронка								
Контроль	90±0,4	10,28±0,59	4,54±0,23	15,46±0,4	8±0,2	4,46±0,67	2±0,2	6,87±0,56
Овариоэктомия	86±0,2	16,27±0,76*	4,61±0,3	9,25±0,1*	8±0,3	7,27±1,00*	6±0,3*	13,5±1,15*
Ампулярная часть								
Контроль	85±0,8	10,81±0,35	4,24±0,3	13,9±0,82	13±0,2	6,82±0,4	2±0,2	9,54±0,3
Овариоэктомия	88±0,6	28,52±0,5*	4,14±0,4	8,47±0,2*	5±0,2*	10,41±0,4*	7±0,1*	26,21±0,5*
Маточная часть								
Контроль	82±0,6	9,34±0,42	3,43±0,2	12,64±0,65	8±0,2	6,03±0,82	10±0,3	8,12±1,52
Овариоэктомия	73±0,5*	22,95±1,24*	3,13±0,32	7,34±0,2*	9±0,2	8,07±1,08	18±0,2*	17,17±1,64*

но в большей степени этому влиянию подвержены ампулярная и маточная части. Частота биения ресничек у экспериментальных животных снизилась на 40% во всех отделах по сравнению с контрольной группой.

При микроскопическом исследовании тканевых срезов у группы экспериментальных животных во всех отделах наблюдаются многочисленные крупные клетки со светлой, не воспринимающей красители цитоплазмой. В подслизистой основе кровеносные сосуды полнокровны, наблюдается периваскулярный отек (рис. 1). Все вышеперечисленные изменения характерны для дистрофических и дегенеративных процессов.

Закключение. Выявленные реакции эпителиальной выстилки всех отделов маточных труб свидетельствуют о значительных морфофункциональных перестройках ее структуры у опытных животных. Для исследования отсроченных и компенсаторных возможностей маточных труб крыс при проведении двухсторонней овариоэктомии необходимы дальнейшие экспериментальные наблюдения. Настоящее исследование служит основой для уточнения представления о механизмах патогенеза тотальной овариоэктомии с последующим воздействием фармакологических гормональных препаратов на эпителий маточных труб.

Литература References

1. Zhordaniya KI. Nekotorye aspekty diagnostiki i lecheniya raka yaichnikov. Russkiy meditsinskiy zhurnal. 2002;246:1095. In Russian
2. Kaprina AD, Starinskiy VV, Shakhzadova AO. Sostoyanie onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2022 godu. Moskva: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMITs radiologii» Minzdrava Rossii, 2023.- 239s. In Russian
3. Koroleva IA, Kopp MV. Vozmozhnosti ovarial'noy supressii. Meditsinskiy sovet. 2017;6:152-155. In Russian
4. Fateeva AS. Morfofunktsional'noe sostoyanie yaichnikov posle gisterektomii. Byulleten' sibirskoy meditsiny. 2014;13(1):145-152. In Russian
5. Petrov IA, Logvinov SV, Tikhonovskaya OA i dr. Ovarial'ny rezervo posle profilakticheskoy sal'pingektomii. Problemy reproduksii. 2015;21(6):56-63. In Russian
6. Pavlova IV, Broshevitskaya ND, Zaychenko MI i dr. Vliyanie ovarioektomii na trevozhno-depressivnoe povedenie samok krys v norme i posle rannego provospalitel'nogo stressa. Zhurnal vysshey neronoy deyatelnosti im. I.P. Pavlova. 2022;72(2):274-290. In Russian
7. Bekibaeva BS. Vliyanie subtotal'noy ovarioektomii na kachestvo zhizni zhenshchin reproduktivnogo vozrasta. Innovatsii v nauke. 2017;71(10):36-40. In Russian
8. Pokul' LV, Porkhanova NV. Vliyanie total'noy ovarioektomii i lechebnoy supressii yaichnikov na razvitie metabolicheskogo sindroma u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta. Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik. 2009;2(107):120-125. In Russian
9. Andreev AN, Akimova AV, Izmozherova NV i dr. Otsenka vliyaniya gisterektomii i dvustoronney ovarioektomii na sostoyanie serdechno-sosudistoy sistemy. Zhurnal akusherstva i zhenskikh bolezney. 2006;6(3):49-53. In Russian
10. Sarsenova AS, Ospanova ST, Aldubasheva GM i dr. Vnematochnaya beremennost'. Problemy i puti ikh resheniya. Vestnik Kazakhskogo natsional'nogo meditsinskogo universiteta. Vestnik KazNMU. 2014;4:21-22. In Russian
11. Hino T, Yanagimachi R. Active peristaltic movements and fluid production of the mouse oviduct: their roles in fluid and sperm transport and fertilization. Biol Reprod. 2019;101(1):40-49.
12. Emel'yanov VYa. Morfologicheskie izmeneniya matki pri deystvii estrogenov v usloviyakh dlitel'nogo povysheniya kontsentratsii glyukokortikoidnykh gormonov. Moskva: 2007.- 180s. In Russian
13. Pavlov AV, Ermakova OA, Korableva TV i dr. Funktsional'naya morfologiya epiteliya matochnykh trub krys pri vozdeystvii khronicheskogo nizkointensivnogo y-izlucheniya. Zhurnal anatomii i gistopatologii. 2022;11(4):27-32. In Russian
14. Baturin VA, Manvelyan EA, Bulgakova MD. Vliyanie stressa na galoperidolovuyu katalapsiyu u intaktnykh i ovarioektomirovannykh samok krys v raznoe vremya sutok. Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya. 2012;75(5):3-6. In Russian

15. Zheleznov BI. *Reproduktivnye organy reproduktivnoy sistemy. Rukovodstvo po endokrinnoy ginekologii*. M: MIA, 1997.- 768s. In Russian
16. Li C, Zhang H-Y, Liang Y et al. Effects of Levonorgestrel and progesterone on Oviductal physiology in mammals. *Reproductive. Biology and Endocrinology*. 2018;16(1). <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0377-3>
17. Nishimura A, Sakuma K, Shimamoto C et al. Ciliary beat frequency controlled by estradiol and progesterone during ovarian cycle in guinea-pig Uterine tube. *Exp Physiol*. 2010;95(7):819-828.
18. Sakharov PP, Metelkin AI, Gudkova EI. *Laboratornye zhivotnye. Biblioteka prakticheskogo vracha*. Moskva: «Medgiz», 1952.- 316s. In Russian
19. Vladimirskaia TE, Shved IA, Krivorot SG i dr. *Opredelenie faz estral'nogo tsikla belykh krysh po kletochnomu sostavu vlagalishchnykh mazkov. Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya biologicheskikh nauk*. 2011;4:88-91. In Russian
20. Podolyuk MV. *Sravnitel'naya anatomiya matochnoy trubki cheloveka i samki laboratornoy beloy krysy. Otchety po morfologii*. 2018;24(4):47-52. In Russian
21. Alberts B, Bredt D, L'juis Dzh et al. *Molekuljarnaja biologija kletki*. M: Mir, 2013.- 530s. In Russian
22. Talbot P, Geiske C, Knoll M. Oocyte pickup by the mammalian oviduct. *Mol boyl cell*. 1999;10(1):5-8

Авторы заявляют об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования

The authors declare that they have no conflicts of interest in the planning, implementation, financing and use of the results of this study

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кораблева Татьяна Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия;
e-mail: korablevat@mail.ru

Фоканова Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия;
e-mail: oafokanova-76@mail.ru

Батова Анна Константиновна, студентка, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия; **e-mail:** aniapoliashova@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana V. Korableva, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Yaroslavl State Medical University Histology, Cytology and Embryology Department, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia;
e-mail: korablevat@mail.ru

Ol'ga A. Fokanova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Yaroslavl State Medical University Histology, Cytology and Embryology Department, Yaroslavl, Russia;
e-mail: oafokanova-76@mail.ru

Anna K. Batova, Studentin, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia;
e-mail: aniapoliashova@gmail.com