

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при финансовой поддержке правительства Санкт-Петербурга (грант для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук 2016 г.; серия ПСП № 16553).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все эксперименты были проведены в соответствии с общепринятыми этическими международными нормами использования лабораторных животных. Протоколы экспериментов утверждены локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ им И. И. Мечникова Минздрава России (протокол № 3 от 14.03.2018).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ

Чуркова М. Л. — проведение исследования, анализ полученных данных, подготовка рукописи статьи; Костюкевич С. В. — консультирование по полученным данным, редакция рукописи статьи; Иванова В. Ф. — консультирование при проведении исследования и анализе полученных данных, редакция рукописи статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арешидзе Д. А.* 2023. Особенности циркадного ритма размеров митохондрий гепатоцитов крыс в условиях темновой депривации и хронической алкогольной интоксикации. 2023. Морфология. Т. 161. № 4. С. 5. (*Areshidze D. A.* Features of the circadian rhythm in the size of the mitochondria of rat hepatocytes under conditions of dark deprivation and chronic alcohol intoxication. 2023. Morfologiia. V. 161. No. 4. P. 5).
<https://doi.org/10.17816/morph.630117>
- Арешидзе Д. А.* 2024. Влияние постоянного освещения и хронической алкогольной интоксикации на структуру митохондрий гепатоцитов крыс Вистар. 2024. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б. В. Петровского. Т. 12. № 2. С. 64. (*Areshidze D. A.* 2024. The influence of constant lighting and chronic alcohol intoxication on the structure of mitochondria in hepatocytes of Wistar rats. 2024. Clinical and experimental surgery. Journal named after academician B. V. Petrovsky. V. 12. No. 2. P. 64).
<https://doi.org/10.33029/2308-1198-2024-12-2-64-70>
- Бакеева Л. Е.* 2015. Возраст-зависимые изменения ультраструктуры митохондрий. Действие SkQ1. Биохимия. Т. 80. № 12. С. 1843. (*Bakeeva L. E.* 2015. Age-dependent changes in the ultrastructure of mitochondria. Action SkQ1. Biochemistry. V. 80. No. 12. P. 1843).
- Бархина Т. Г., Али-Риза А. Е., Пархоменко Ю. Г.* 1992. Ультраструктурные особенности эндокринных клеток нормальной слепой кишки мыши и при экспериментальном эшерихиозе. Бюлл. эксп. биол. и мед. Т. 114. № 10. С. 429. (*Barkhina T. G., Ali-Riza A. E., Parkhomenko Yu. G.* 1992. The ultrastructural characteristics of the endocrine cells of the normal murine cecum and in experimental escherichiosis. Bull. Eksp. Biol. Med. V. 114. No. 10. P. 429).
- Иванова В. Ф., Пузырев А. А., Костюкевич С. В., Драй Р. В.* 2009. Структурные изменения в стенке кишки крыс при голодании. Морфология. Т. 136. № 6. С. 62. (*Ivanova V. F., Puzyriov A. A., Kostyukevitch S. V., Drai R. V.* 2009. Structural changes in rat intestinal wall during starvation. Morfologiia. V. 136. No. 6. P. 62).
- Иванова В. Ф.* 2013. Регенерация эндокринной гастроэнтеропанкреатической системы при экспериментальной и клинической патологии: становление концепции и современные проблемы. Морфология. Т. 144. № 6. С. 73. (*Ivanova V. F.* 2013. Regeneration of endocrine gastroenteropancreatic system in experimental and clinical pathology: concept development and current problems. Morfologiia. V. 144. No. 6. P. 73).
- Живодерников И. В., Кириченко Т. В., Козлова М. А., Маркин А. М., Маркина Ю. В.* 2023. Митохондриальная дисфункция в патоморфогенезе гипертрофической кардиомиопатии. Морфология. Т. 161. № 4. С. 95. (*Zhivodernikov I. V., Kirichenko T. V., Kozlova M. A., Markin A. M., Markina Yu. V.* 2023. Mitochondrial dysfunction in the pathogenesis of hypertrophic cardiomyopathy. Morfologiia. V. 161. No. 4. P. 95).
<https://doi.org/10.17816/morph.631335>
- Козлова М. А., Арешидзе Д. А., Черников В. П., Мотрева А. П., Евсеев Е. П., Заклязьминская Е. В., Дземешкевич С. Л.* 2024. Ультраструктурные характеристики митохондрий миокарда при гипертрофической кардиомиопатии диффузно-генерализованного фенотипа. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б. В. Петровского. Т. 12. № 1. С. 7. (*Kozlova M. A., Areshidze D. A., Chernikov V. P., Morova A. P., Evseev E. P., Zaklyazminskaya E. V., Dzemeshevich S. L.*

2024. Ultrastructural characteristics of myocardial mitochondria in hypertrophic cardiomyopathy of a diffusely generalized phenotype. Clinical and experimental surgery. The journal named after Academician B. V. Petrovsky. V. 12. No. 1. P. 7).
- Костюкевич С. В., Аничков Н. М., Иванова В. Ф., Орешко Л. С., Кудряшова Г. П., Медведева О. И., Смирнова О. А. 2004. Эндокринные клетки эпителия прямой кишки в норме, при неспецифическом язвенном колите и синдроме раздраженной кишки без лечения и при лечении преднизолоном и салофальком. Архив патологии. Т. 4. С. 23. (Kostyukevich S. V., Anichkov N. M., Ivanova V. F., Oreshko L. S., Kudryashova G. P., Medvedeva O. I., Smirnova O. A. 2004. Endocrine cells of rectal epithelium in health, in nonspecific ulcerative colitis and irritable colon syndrome in the treatment with prednisolone and salofalk and in the absence of treatment. Archive of Pathology. V. 4. P. 23).
- Курбонова Л. М., Орипов Ф. С., Асадова Ф. Ж., Индейкин Ф. А., Андреева А. Н., Деев Р. В. 2023. Эндокринные клетки эпителия толстой кишки как часть диффузной эндокринной системы. Доктор ахборотномаси. № 3 (111). С. 144. (Qurbonova L. M., Oripov F. S., Asadova F. D., Indeykin F. A., Andreeva A. N., Deev R. V. 2023. Endocrine cells of the colon epithelium as a part of the diffuse endocrine system. Doctor Ahborotnomasi. V. 3 (111). P. 144). <https://doi.org/10.38095/2181-466X-20231113-144-149>
- Пальцев М. А., Кветной И. М. 2014. Руководство по нейроиммуноэндокринологии. М.: ЗАО «Шико». (Pal'tsev M. A., Kvetnoy I. M. 2014. Guide to neuroimmunoendocrinology. Moscow: "Shiko").
- Серов В. В., Пауков В. С. 1975. Ультраструктурная патология. М.: Медицина. (Serov V. V., Paukov V. S. 1975. Ultrastructural pathology. Moscow: Medicine).
- Толмачева Е. А. (ред). 2019. Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России. Москва: Видаль Рус. (Tolmatsheva E. A. 2019. The Vidal Directory. Medicinal products in Russia. Moscow: Vidal Rus).
- Чернявский Д. А., Галкин И. И., Павлюченкова А. Н., Федоров А. В., Челомбитко М. А. 2023. Роль митохондрий в нарушении барьерной функции кишечного эпителия при воспалительных заболеваниях кишечника. Молекулярная биология. Т. 57. № 6. С. 1. (Chernyavskij D. A., Galkin I. I., Pavlyuchenkova A. N., Fedorov A. V., Chelombitko M. A. 2023. Role of mitochondria in intestinal epithelial barrier dysfunction in inflammatory bowel disease. Mol. Biol. V. 57. No. 6. P. 1). <https://doi.org/10.31857/S0026898423060058>
- Чуркова М. Л. 2019. Реактивные изменения эндокринных клеток эпителия слизистой оболочки кишки при введении мелатонина или доксиламина сукцината (электронно-микроскопическое исследование). Цитология. Т. 61. № 10. С. 797. (Churkova M. L. 2019. Reactive changes of endocrine cells of intestinal mucosal epithelium with administration of melatonin or doxylamine succinate (electron microscopic study). Cell and Tissue Biology. 2020. V. 14. No. 1. P. 57). <https://doi.org/10.1134/S0041377119100031>
- Эльдаров Ч. М., Вайс В. Б., Вангели И. М., Колосова Н. Г., Бакеева Л. Е. 2015. Морфометрическое исследование ультраструктуры митохондрий кардиомиоцитов при старении. Биохимия. Т. 80. № 5. С. 716. (Eldarov Ch. M., Weiss V. B., Vangeli I. M., Kolosova N. G., Bakeeva L. E. 2015. Morphometric study of the ultrastructure of mitochondria of cardiomyocytes during aging. Biochemistry. V. 80. No. 5. P. 716).
- Acuña-Castroviejo D., Martín M., Macías M., Escames G., León J., Khaldy H., Reiter R. J. 2001. Melatonin, mitochondria, and cellular bioenergetics. J. Pineal Res. V. 30. P. 65. <https://doi.org/10.1034/j.1600-079x.2001.300201.x>
- Bourgonje A. R., Feelisch M., Faber K. N., Pasch A., Dijkstra G., van Goor H. 2020. Oxidative stress and redox-modulating therapeutics in inflammatory bowel disease. Trends. Mol. Med. V. 26. P. 1034. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2020.06.006>
- Brandt T., Mourier A., Tain L. S., Partridge L., Larsson N. G., Kühlbrandt W. 2017. Changes of mitochondrial ultrastructure and function during ageing in mice and Drosophila. Elife. V. 12. P. 246. <https://doi.org/10.7554/eLife.24662>
- Hack L. M., Lockley S. W., Arendt J., Skene D. J. 2003. The effects of low-dose 0.5-mg melatonin on the free-running circadian rhythms of blind subjects. J. Biol. Rhythms. V. 18. P. 420. <https://doi.org/10.1177/0748730403256796>
- Hsieh S. Y., Shih T. C., Yeh C. Y., Lin C.-J., Chou Y.-Y., Lee T. Y.-S. 2006. Comparative proteomic studies on the pathogenesis of human ulcerative colitis. Proteomics. V. 6. P. 5322. <https://doi.org/10.1002/pmic.200500541>
- Mandarim-de-Lacerda C. A. 2003 Stereological tools in biomedical research. An. Acad. Bras. Cienc. V. 75. P. 469. <https://doi.org/10.1590/s0001-37652003000400006>
- Novak E. A., Mollen K. P. 2015. Mitochondrial dysfunction in inflammatory bowel disease. Front. Cell Dev. Biol. V. 3. Art. ID: 62. <https://doi.org/10.3389/fcell.2015.00062>
- Söderholm J. D., Olaison G., Peterson K. H., Franzén L. E., Lindmark T., Wirén M., Tagesson C., Sjö Dahl R. 2002. Augmented increase in tight junction permeability by luminal stimuli in the non-inflamed ileum of Crohn's disease. Gut. V. 50. P. 307. <https://doi.org/10.1136/gut.50.3.307>
- Rodenburg W., Keijer J., Kramer E., Vink C., van der Meer R., Bovee-Oudenhoven I. M. J. 2008. Impaired barrier function by dietary fructo-oligosaccharides (FOS) in rats is

- accompanied by increased colonic mitochondrial gene expression. BMC Genomics. V. 9. Article ID: 144.
<https://doi.org/10.1186/1471-2164-9-144>
- Solcia E., Capella C., Buffa R., Usellini L., Fiocca R., Frigerio B., Tenti P., Sessa F. 1981. The diffuse endocrine-paracrine system of the gut in health and disease: ultrastructural features. Scand. J. Gastroenterol. Suppl. V. 70. P. 25.
- Tasca C. 1976. Introducere in morfologia cantitativa cito-histologica. Bucuresti: Editura academiei R.S.R.

MITOCHONDRIA OF ENDOCRINE CELLS OF INTESTINE MUCOSA EPITHELIUM IN A MELATONIN-TREATED RATS (ELECTRONIC MORPHOMETRIC STUDY)

M. L. Churkova^{a, *}, S. V. Kostyukevich^b, V. F. Ivanova^b

^a *Military Medical Academy named after S. M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
Department of histology with a course of embryology, St. Petersburg, 195009, Russia*

^b *North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Department of medical biology,
St. Petersburg, 195067, Russia*

*e-mail: mlchurkova@mail.ru

The ultrastructure of mitochondria of endocrinocytes of the epithelium of the mucous membrane of the duodenum and colon of rats was studied in 2 subgroups of the experiment: with the introduction of 1 and 100 therapeutic doses of melatonin solution. When melatonin was administered in the studied parts of the intestine, it was revealed: a change in the content of 95—90 % endocrine cells in the cytoplasm of the studied organelles, their swelling (85 % of organelles), fragmentation of crystals (70 % of organelles), enlightenment of their matrix (5 % of organelles) and the appearance of myelin-like structures (1—2 % of organelles) were revealed. The detected structural changes may indicate an increase in the metabolic activity of epithelial endocrinocytes in response to experimental exposure, which requires regenerative correction of mitochondrial dynamics.

Keywords: mitochondria, duodenum, colon, epithelium, endocrine cells, melatonin, ultrastructure