

8. *Davis-Silberman N., Ashery-Padan R.* Iris development in vertebrates: genetic and molecular considerations // *Brain Res.* 2008. Vol. 1192. P. 17–28.
9. *Jensen A. M.* Potential roles for BMP and Pax genes in the development of iris smooth muscle // *Developmental Dynamics.* 2005. Vol. 232. Issue 2. P. 385–392.
10. *Kivelä T., Uusitalo M.* Structure, development and function of cytoskeletal elements in non-neuronal cells of the human eye // *ProgRetin Eye Res.* 1998. Vol. 17. P. 385–428.
11. *Link B. A., Nishi R.* Development of the avian iris and ciliary body: the role of activin and follistatin in coordination of the smooth-to-striated muscle transition // *Dev. Biol.* 1998. Vol. 199. P. 226–234.
12. *Peirone S. M., Sisto-Daneo L., Filogamo G.* Embryogenesis of the avian iris sphincter muscle: in vivo and in vitro studies // *Int J DevNeurosci.* 1990. Vol. 8. Issue 1. P. 17–31.
13. *Sharif N. A., Kaddour-Djebbar I., Abdel-Latif A. A.* Cat iris sphincter smooth-muscle contraction: comparison of FP-class prostaglandin analog agonist activities // *J. Ocul. Pharmacol. Ther.* 2008. Vol. 24 (2). P. 152–163.
14. *Wang Q. et al.* Synergistic signaling by light and acetylcholine in mouse iris sphincter muscle // *Curr. Biol.* 2017. Vol. 27. P. 1791–1800.

*Миргородская О. Е.*

## ТИНКТОРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РЕАКТИВНО ИЗМЕНЕННЫХ НЕЙРОНОВ И ИХ УЛЬТРАСТРУКТУРА

*Кафедра гистологии с курсом эмбриологии (заведующая – проф. И. А. Одинцова)  
Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург,  
e-mail: mirgolga@yandex.ru*

Изучение динамики реактивных изменений клеток в норме и при патологических воздействиях является одним из ключевых вопросов морфологии. Необратимые изменения нейронов, их преждевременная гибель часто становятся причиной заболеваний нервной системы [6]. Для понимания механизмов развития патологических состояний разрабатываются адекватные биологические модели. Одна из них – иммобилизация – модель глубокого эмоционального стресса, благодаря которой можно оценить состояние клеточных дифферонов нервной системы. Морфологические и морфометрические методы на светооптическом и ультраструктурном уровнях являются ведущими в оценке различных состояний нейронов. Тинкториальные свойства нейронов на световом уровне изучались многими авторами [4, 5, 7]. Попытки соотнести полученные данные с ультраструктурной организацией нейронов – единичны [1, 3].

Цель данного исследования – сопоставить динамику реактивных изменений нейронов коры головного мозга на светооптическом и ультраструктурном уровнях на примере модели иммобилизационного стресса. В задачи исследования входила оценка состояния интактных нейронов и реактивных изменений

нейронов на различных сроках после стрессового воздействия (иммобилизация). Исследование выполнено на 60 половозрелых крысах обоих полов линии Wistar массой 210–250 г. Контрольная группа ( $n = 10$ ) оставалась в обычных условиях. Остальных крыс подвергли иммобилизационному стрессу по методике Г. Селье (1977) в течение одних суток. Экспериментальные животные были разделены на пять групп по разным срокам после иммобилизации на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е и 9-е сутки (каждая  $n = 10$ ). Участки сенсомоторной коры (СМК) головного мозга брали у крыс каждой группы после передозировки эфирным наркозом и обрабатывали по рутинной методике для электронной микроскопии. На полутонких срезах толщиной 1 мкм, окрашенных 1 %-ным метиленовым синим, производили подсчет профилей нейронов внутреннего и наружного пирамидных слоев СМК с различной степенью выраженности реактивных изменений.

При описании нейронов на светооптическом уровне используются термины «нормохромные», «гипо- и гиперхромные» нейроны по степени окрашивания цитоплазмы. Среди гиперхромных нейронов выделяют сморщенные и гиперхромные без сморщивания.

У интактных животных контрольной группы преобладали нормохромные клетки, цитоплазма и ядро которых окрашивались равномерно. Границы ядра имели четкие ровные очертания, часто определялись одно или два базофильно окрашенных ядрышка, расположенных в центре (рис. 1). Также встречались единичные гиперхромные нейроны, ядро и цитоплазма которых интенсивно окрашивались. На первые сутки после иммобилизации количество гиперхромно окрашенных клеток увеличилось и достигло максимальных значений к пятым суткам после иммобилизации (70,4 % относительно интактных животных).

У гиперхромных нейронов на уровне ультраструктуры ядро и цитоплазма выглядят электронно-плотными. Ядро имеет извилистый контур и отличается от цитоплазмы благодаря узкому ободку периплазматического пространства (рис. 1А, Б). Плотность окрашивания эу- и гетерохроматина друг от друга отличаются незначительно. Органеллы практически неразличимы. Узнаваемы цистерны ретикулума и митохондрии с разрушенными кристами, между которыми рас-

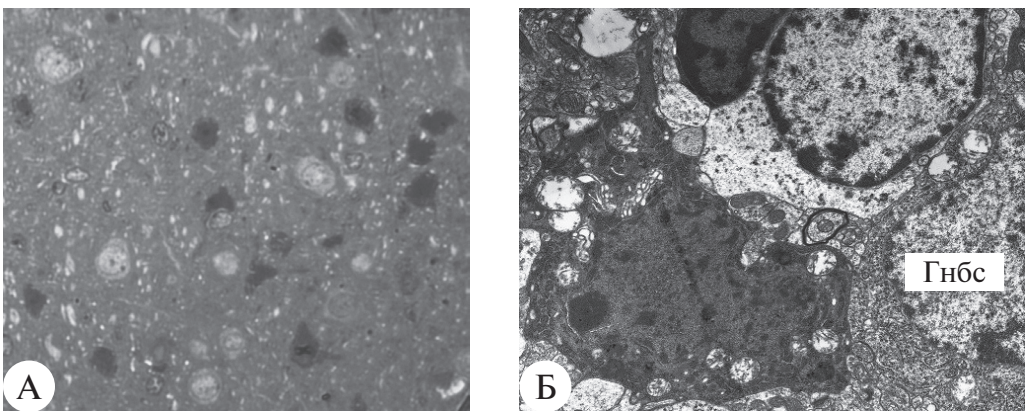


Рис. 1. Фрагмент СМК крысы на третьи сутки после иммобилизационного стресса. А – полутонкий срез, метиленовый синий; Б – электронограмма. Ув. 6000×

положены скопления рибосом. Перикарионы таких нейронов имеют неровные очертания причудливой формы, что, видимо, соответствует на светооптическом уровне гиперхромным сморщенным нейронам или клеткам-«теням» [2, 5].

Другая часть нейронов, также интенсивно окрашенных, имеет четкую структуру ядра и цитоплазмы. Форма ядра овальная, как у интактных нейронов. Эухроматин значительно преобладает над гетерохроматином. Иногда видны единичные глубокие инвагинации кариолеммы. Основную часть гиалоплазмы занимают цистерны гранулярного эндоплазматического ретикулаума (ГЭР) и рибосомы, собранные в розетки (рис. 1Б). В митохондриях наблюдается очаговое разрушение крист. Перикарионы нейронов сохраняют округлые очертания и аналогичны гиперхромным клеткам без сморщивания.

Некоторые исследователи выделяют промежуточные формы нейронов с признаками метаболических нарушений, для которых характерно увеличенное в размере ядро и конденсация хроматина при сохранении нормохромности цитоплазмы [5]. При различных патологических состояниях также описаны гипохромные нейроны с различной степенью выраженности хроматолиза цитоплазмы [2, 4].

Вывод: в результате иммобилизационного стресса в СМК головного мозга крыс наблюдаются нейроны с различной степенью выраженности реактивных изменений. Гиперхромные сморщенные и гипохромные нейроны с тотальным хроматолизом, вероятно, можно отнести к дистрофически измененным клеткам, так как в дальнейшем они погибают [5, 8]. Ультраструктура гиперхромных клеток без сморщивания свидетельствует об активности белок-синтезирующего аппарата и высокой функциональной активности. Несмотря на преобладающее количество гиперхромных нейронов на пятые сутки после иммобилизации, общее количество нейронов на более отдаленных сроках (9-е сутки) и в контроле значительно не меняется (10,5 %). Анализ ультраструктуры подтверждает постепенное преобладание среди гиперхромных нейронов клеток без сморщивания, что свидетельствует об обратимости реактивных изменений нейронов и их высокой пластичности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Боголепов Н. Н.* Ультраструктура мозга при гипоксии. М.: Медицина, 1979.
2. *Максимова К. Ю., Стефанова Н. А., Логвинов С. В.* Морфологические изменения нейронов в гиппокампе крыс при преждевременном старении // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13, № 1. С. 56–61.
3. *Манина А. А.* Ультраструктурные основы деятельности мозга. Л.: Медицина, 1976.
4. *Мартынова О. В., Тверской А. В., Покровский М. В., Мартынов М. А. и др.* Морфологические изменения нейронов головного мозга крыс при двух-, четырехсосудистой моделях ишемического повреждения головного мозга крыс и их коррекция тадалафилом в эксперименте // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6.
5. *Подольский И. Н., Штрыголь С. Ю.* Исследование церебропротекторного влияния 2-метил-3-фениламинометилхинолин-4-она на изменения тинктори-

- альных свойств нейронов в головном мозге крыс после черепно-мозговой травмы // Вестник фармации. 2015. № 3 (69). С. 117–124.
6. Рева И. В., Ямамото Т., Одинцова И. А., Мартыненко С. Г. и др. Апоптоз и его роль в нарушении функций нейронов // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6.
7. Саркисов С. А. Очерки по структуре и функции мозга. М.: Медицина, 1964.
8. Хожай Л. И. Роль серотонина в формировании компактной части черного вещества // Морфология. 2011. Т. 140, № 5. С. 49.

*Комарова А. С.*

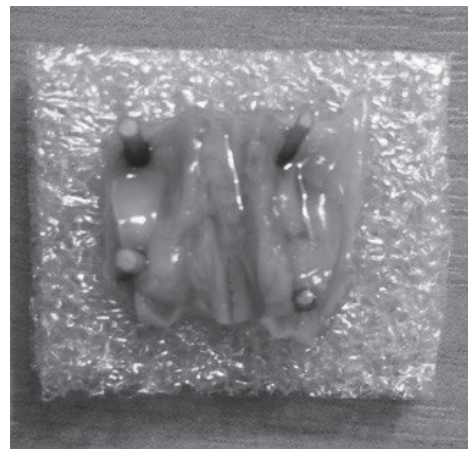
## ОСОБЕННОСТИ ЭПИТЕЛИОЦИТОВ КОЖНОЙ ЧАСТИ АНАЛЬНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ПРЯМОЙ КИШКИ У БЕЛЫХ КРЫС В ХОДЕ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

*Кафедра гистологии с курсом эмбриологии (заведующая – проф. И. А. Одинцова),  
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург,  
e-mail:comi27@rambler.ru*

Выявление закономерностей эмбрионального развития различных отделов пищеварительной системы у позвоночных животных и человека является актуальным как для фундаментальной, так и для клинической медицины, но особенности эмбрионального гистогенеза анальной переходной зоны остаются недостаточно исследованными [2, 6, 7].

**Цель исследования:** изучить морфологические особенности строения эпидермоцитов кожной части анальной зоны прямой кишки на 14–15-е сутки эмбрионального развития у белых крыс.

**Материалы и методы.** Объектом исследования служили участки кожной зоны анальной области прямой кишки у эмбрионов белых крыс линии Вистар 14–15 суток эмбриогенеза. При взятии материала производился циркулярный разрез кожи на некотором расстоянии от заднего прохода. Толстая кишка извлекалась, разрезалась по вентральной стенке, расправлялась и накалывалась на пластинку из пенопласта. Слизистая оболочка при этом была обращена кнаружи, а наружная оболочка кишки – к пластинке (рис. 1) [4]. Затем материал фиксировали в 12 %-ном формалине, далее приготовление препаратов осуществлялось согласно принципам количественной гистохимии [1]. Все измерения



*Рис. 1.* Размещение фиксированного в формалине участка стенки прямой кишки на пенопласте