

Выявлено, что при синдроме Арнольда-Киари возрастает значение фрактального индекса белого вещества мозжечка. Фрактальный анализ белого вещества мозжечка может стать основой для разработки объективных критериев диагностики заболеваний мозжечка и других структур центральной нервной системы. Фрактальный анализ может быть применен как морфометрический метод для исследования фрактальных свойств биологических квазифрактальных объектов на разных уровнях организации.

#### *Литература*

1. Исаева В. В., Каретин Ю. А., Чернышев А. В., Шкуратов Д. Ю. Фракталы и хаос в биологическом морфогенезе. Владивосток: Институт биологии моря ДВО РАН, 2004. 128 с.
2. Mandelbrot B. B. The fractal geometry of nature. N.Y.: Freeman, 1983. 468 с.
3. Liu J. Z., Zhang L. D., Yue G. H. Fractal dimension in human cerebellum measured by magnetic resonance imaging // Biophys. J. 2003. V. 85 (6). P. 4041–4046.
4. Akar E., Kara S., Akdemir H., Kiris A. Fractal dimension analysis of cerebellum in Chiari Malformation type I // Computers in Biology and Medicine. 2015. № 64. P. 179–186.
5. Akar E., Kara S., Akdemir H., Kiris A. Fractal analysis of MR images in patients with Chiari malformation: The importance of preprocessing // Biomedical Signal Processing and Control. 2017. № 31. P. 63–70.
6. Ristanovic D., Stefanovic B. D., Puskas N. Fractal analysis of dendrite morphology using modified box-counting method // Neurosci. Res. 2014. V. 84. P. 64–67.
7. Степаненко А. Ю., Марьенко Н. И. Фрактальный анализ как метод морфометрического исследования белого вещества мозжечка человека // Світ медицини та біології. 2016. № 4 (58). С. 127–130.

## **ТКАНЕВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ В КОЖНОМ ЭПИТЕЛИИ КИШЕЧНОДЫШАЩИХ (ENTEROPNEUSTA, HEMICHORDATA)**

*Столярова М.В., Валькович Э.И.*

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия (mvstolyarova@yandex.ru)

Механизмы тканевой регуляции и природа регуляторных клеток относятся к актуальным проблемам эволюционной и сравнительной гистологии. Кишечнодышащие (Enteropneusta) – один

из классов в составе типа полухордовых (Hemichordata). В систематическом отношении кишечнодышащие стоят у основания ветви хордовых, по данным молекулярно-биологических исследований (Bromham, Degnan, 1999) они наиболее близки к древним предкам вторичноротых. В связи с этим кишечнодышащие являются важным объектом сравнительно-гистологических исследований. Целью настоящей работы было цитологическое и иммуноцитохимическое исследование кожного эпителия кишечнодышащих, особенностью строения которого является интраэпителиальное расположение элементов нервной системы.

В качестве объекта исследования выбран распространенный вид кишечнодышащих – *Saccoglossus mereschkowskii*. Используются методы просвечивающей электронной микроскопии, иммунопероксидазный метод выявления трансмиттера (медиатора) FMRF-амида.

Кожный эпителий *S. mereschkowskii* состоит из мерцательных и железистых клеток, расположенных на базальной мембране (Атаманова, 1977, 1978). В основании эпителия располагается нервный слой, образованный элементами нервной системы – нервными волокнами и нервными клетками. Эпителий хоботка и большей части туловища имеет значительную высоту (до 100-200 мкм и более), ядра клеток находятся на разных уровнях, характерна апикальная локализация митозов. По строению эпителий можно характеризовать как ложномногорядный. Мерцательные и железистые клетки продолжаются от базальной мембраны до поверхности эпителия, где их апикальные части связаны специализированными межклеточными контактами. Железистые клетки представлены 4 видами: бокаловидные, слизистые, мелкозернистые и крупнозернистые.

На ультраструктурном уровне установлено, что тонкие базальные части многих эпителиальных клеток на границе с нервным слоем поворачивают и входят в его состав (Столярова, 2012; Столярова, Валькович, 2013). По структуре цитоплазмы эти клетки соответствуют реснитчатым, по-видимому, они являются рецепторными элементами.

Гранулы зернистых клеток заполняют их цитоплазму и присутствуют как в апикальной, так и в базальной части клеток. Это дает основания рассматривать зернистые клетки как клетки со смешанной секрецией, способные секретировать как по

экзокринному, так и по эндокринному типу. Найдены картины выделения секрета из гранул крупнозернистых клеток на границе с базальной мембраной, что указывает на эндокринную секрецию. Таким образом, зернистые клетки можно рассматривать как эндокриноподобные элементы.

Выявлены отростки нейронов, содержащие скопления пузырьков со светлым содержимым, по-видимому, синаптических, на границе с базальной мембраной. Можно предположить, что происходит выделение медиатора через базальную мембрану в направлении кровеносных лакун. Обнаружены синапсоподобные контакты нейронов и нервных отростков с железистыми клетками, что, вероятно, свидетельствует о нейральной регуляции функции железистых клеток.

Выявлена локализация FMRФамид-иммунореактивного материала в некоторых клетках эпителия и клеточных отростках, идущих в нервный слой. Наблюдаемые клетки содержат гранулы и морфологически соответствуют зернистым клеткам, что подтверждает данные электронной микроскопии о наличии рецепторных и эндокриноподобных клеток. Иммунореактивность к FMRФамиду проявляют также нейроны, расположенные в нервном слое в основании эпителия. Мелкозернистые клетки некоторые авторы рассматривают как рецепторные (Welsh, 1984), по-видимому, эти клетки представляют собой рецепторно-эндокриноподобные элементы.

У представителей кишечнодышащих – *Saccoglossus* и *Ptychodera* иммуноцитохимическими методами в зернистых клетках кожного эпителия, рассматриваемых как нейросекреторные, выявлено присутствие гонадотропин-рилизинг гормона (Cameron et al., 1999), предполагается его экзокринная функция. В настоящее время обсуждается молекулярная и функциональная эволюция гонадотропин-рилизинг гормона от низших беспозвоночных до хордовых. Полагают, на основании молекулярно-биологических данных, что гонадотропин-рилизинг гормон – это древний пептид, существовавший в эволюции до разделения на первичноротых и вторичноротых (Tsai, 2006). Среди первичноротых он обнаружен у моллюсков, аннелид, артропод и нематод (Minakata, 2010). Древней функцией гонадотропин-рилизинг гормона, как считают, является общая нейральная регуляция, а регуляция репродукции у хордовых возникает вследствие изменения функции гормона в результате

дубликации генов (Tsai, Zhang, 2008). У ланцетника, относящегося к низшим хордовым, обнаружены две группы рецепторов к гонадотропин-рилизинг гормону – как сходные с рецепторами беспозвоночных, так и позвоночных (Tello, Sherwood, 2009).

Полученные данные позволяют сделать вывод о существовании в кожном эпителии кишечнодышащих своеобразной нейро-эндокринной регуляторной системы, представленной рецепторными (реснитчатыми) и рецепторно-эндокриноподобными (зернистыми) клетками открытого типа и нервными элементами нервного слоя. Можно предположить, что данная регуляторная система, включающая взаимосвязанные эпителиальные и нервные элементы, обеспечивает рецепцию, секрецию биологически активных веществ как во внешнюю, так и во внутреннюю среду, регуляцию функций мерцательных и железистых клеток эпителия, а при выделении в кровеносную систему – регуляцию сокращений мышц и, возможно, общую регуляцию.

#### **Литература**

1. Атаманова М.В. Кожный и кишечный эпителии кишечнодышащих как этап филогенетического развития эпителиев хордовых // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1977. – Т. 73. – Вып. 9. – С. 55-61.
2. Атаманова М.В. Ультраструктурные особенности кожного эпителия *Saccoglossus mereschkowskii* (Enteropneusta) // Цитология. – 1978. – Т. XX. – № 12. – С. 1355-1359.
3. Столярова М.В. Сравнительная морфолого-физиологическая характеристика и реактивные особенности эпителиальных систем у животных разных уровней организации и человека: филогенетический аспект // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб, 2012.
4. Столярова М.В., Валькович Э.И. Регуляторные элементы кожного эпителия у *Saccoglossus mereschkowskii* – Enteropneusta, Hemichordata: электронномикроскопическое и иммуноцитохимическое исследование // Морфология. – 2013. – Т. 144. – № 6. – С. 26-31.
5. Bromham L.D., Degnan B.M. Hemichordates and deuterostome evolution: robust molecular phylogenetic support for a hemichordate + echinoderm clade // Evol. Dev. – 1999. – Vol. 1. – N 3. – P. 166-171.
6. Cameron C.B., Mackie G.O., Powell J.F. et al. Gonadotropin-releasing hormone in mulberry cells of *Saccoglossus* and *Ptychodera* (Hemichordata, Enteropneusta) // Gen. Comp. Endocrinol. – 1999. – V. 114. – N. 1. – P. 2-10.
7. Minakata H. Oxytocin/vasopressin and gonadotropin-releasing hormone from cephalopods to vertebrates // Ann. N.Y. Acad. Sci. – 2010. – V. 1200. – P. 33-42.

8. Tello J.A., Sherwood N.M. Amphioxus: beginning of vertebrate and end of invertebrate type GnRH receptor lineage // *Endocrinology*. – 2009. – V. 150. – N 6. – P. 2847-2856.
9. Tsai P.S. Gonadotropin-releasing hormone in invertebrates: structure, function and evolution // *Gen. Comp. Endocrinol.* - 2006.- V. 148.- N 1.- P. 48-53.
10. Tsai P.S., Zhang L. The emergence and loss of gonadotropin-releasing hormone in protostomes: orthology, phylogeny, structure, and function // *Biol. Reprod.*- 2008.- V. 79.- N 5.- P. 798-805.
11. Welsch U. Hemichordata // *Biology of the integument* [J. Bereiter-Hahn, A.G. Maltotsy and K.S. Richards (eds.)]. V. I. Invertebrates.- Berlin: Springer, 1984.- P. 790-799.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА ПО ДАНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

*Трушель Н.А., Пивченко Т.П., Мартинович В.В., Близнякова М.С.*

Белорусский государственный медицинский университет, Минск,  
Беларусь (trusheln@rambler.ru)

**Введение.** Актуальность исследования постнатального развития поджелудочной железы человека обусловлена большой частотой развития патологии органа (панкреатит, рак, кистозные изменения железистой ткани, опухоли, сахарный диабет и др.) [1, 2]. Выявление особенностей анатомии и морфометрических характеристик органа в зависимости от пола и возраста человека крайне важны для правильной постановки диагноза. Установление нормальных размеров головки, тела и хвоста поджелудочной железы необходимо для установления возрастных критериев нормы органа.

Цель исследования: установить периоды становления поджелудочной железы человека разного пола на протяжении постнатального онтогенеза.

**Материал и методы исследования.** Материалом для исследования послужили протоколы ультразвукового исследования 110 людей (58 женщин и 52 мужчин) в возрасте от 1 года до 80 лет, не страдавших заболеваниями поджелудочной железы. Исследованные были распределены по возрастным группам согласно классификации 1965 г., используемой в биологии и медицине.

Методом ультразвукового исследования (ретроспективный анализ), а также статистически с использованием программы Statistica