

Промысловые виды и их биология

УДК 576.382.32; 591.481.2; 599.745.1

Цитокариометрические и электронно-микроскопические исследования тиротропных и гонадотропных клеток в аденогипофизе северных морских котиков в постнатальном онтогенезе*П.М. Торгун¹, А.И. Болтнев², А.Г. Ульянов¹, З.А. Воронцова³, Е.А. Болтнев²*

¹ Государственный аграрный университет имени императора Петра I (ФГБОУ ВО «ВГАУ»), г. Воронеж

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

³ Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко (ФГБОУ ВО «ВГМУ»), г. Воронеж

Были изучены тиротропные и гонадотропные клетки гипофизов самцов северных морских котиков в постнатальном онтогенезе. Использовали специальные методы окраски (трихром-ШИК, тетрахром-ШИК) и электронно-микроскопические методы исследования. Измеряли площадь ядер и площадь клеток, определяли ядерно-цитоплазматическое отношение. Установлены гистохимические и электронно-микроскопические особенности тиротропных и гонадотропных клеток, на основании которых можно точно определить эти два типа эндокриноцитов аденогипофиза. Гонадотропные клетки имеют овальную форму и дают интенсивную ШИК-положительную реакцию. Эти клетки содержат мелкие секреторные гранулы, величина которых варьирует от 180 до 200 нм. Секреторные гранулы содержатся в большом количестве и заполняют всю цитоплазму клеток. Тиротропные клетки локализуются преимущественно в центре гипофиза, имеют полигональную форму. В отличие от гонадотропов эти клетки дают слабую ШИК-положительную реакцию. В электронном микроскопе в цитоплазме этих клеток выявляется небольшое количество мелких секреторных гранул, величина которых варьирует от 150 до 200 нм. Изучены изменения цитокариометрических, гистохимических и электронно-микроскопических показателей тиреотропов и гонадотропов у самцов северных морских котиков в постнатальном онтогенезе. Максимальная секреторная активность этих клеток выявлена у самцов северных морских котиков в возрасте 8–10 лет.

Ключевые слова: Северные морские котики, тиротропные клетки, гонадотропные клетки, электронная микроскопия, площадь ядер, площадь клеток, постнатальный онтогенез.

ВВЕДЕНИЕ

Тиротропные и гонадотропные клетки гипофиза млекопитающих продуцируют гормоны (тиротропный; лютеинизирующий; фолликулостимулирующий), которые являются гликопротеидами. Базофилы окрашиваются основными красителями и дают ШИК-положительную реакцию. Тиротропные клетки преимущественно располагаются в центре аденогипофиза, гонадотропные клетки локализуются в основном в периферических участках гипофиза. Гонадотропные клетки отличаются небольшой величиной, имеют овальную или округлую форму и содержат много ШИК-положительного материала [Акмаев, Торгун, 1998; Ульянова, Торгун, 2011]. Тиротропные клетки характеризуются полигональной формой, имеют более крупные размеры и обладают слабо выраженной ШИК-положительной реакцией [Алешин, 1973; Бойко, Ирьянов, 1977; Гордиенко, Козырицкий, 1978].

Целью настоящего сообщения является сравнительное цитокариометрическое, гистохимическое и электронно-микроскопическое исследование тиротропных и гонадотропных клеток в аденогипофизе северных морских котиков (*Callorhinus ursinus*, L.) в постнатальном онтогенезе. Внимание многих исследователей привлекают различные вопросы функциональной морфологии гипофиза [Кузнецова, Токарева, 2008; Карманова, Суханов, 2011; Мозеров и др., 2008; Reyes, 2008; Vankelecom, 2010; Weis et al., 2009], однако возрастные изменения этого органа у самцов северного морского котика остаются до настоящего времени не изученными.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Гипофизы от 75 северных морских котиков различного возраста были собраны в июне-июле 1989 г. на Северном лежбище острова Беринга в период экспериментальной добычи, проводимой Камчатским отделением Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КоТИНРО»). Был использован также материал от новорожденных самцов северных морских котиков, погибших в результате травмирования секачами во время

гаремного периода. Гипофизы от самцов северных морских котиков в возрасте 1–3 месяцев собраны в период осеннего промысла.

Для световой микроскопии фрагменты гипофизов северных морских котиков фиксировали в жидкости Штиве. Тонкие парафиновые срезы (5–7 мкм) окрашивали гематоксилин-эозином, азаном по Гейденгайну, альдегид-фуксином по Хелми-Дыбану. Применяли ШИК-реакцию, окраску трихром-ШИК и тетрахром-ШИК (Ромейс, 1954; Пирс, 1962; Меркулов, 1969; Лилли, 1982). Для исследования и фотографирования гистологических препаратов использовали микроскоп «МИКМЕД-6» с цифровой камерой DCM500.

Для электронной микроскопии образцы гипофиза фиксировали в 2,5%-ном глутаровом альдегиде на 0,1М коллидиновом буфере с pH=7,3 при температуре около 4°C. Последующую фиксацию материала осуществляли в 1%-ном осмиевом фиксаторе. Материал заключали в эпоксидную смолу эпон-812 и готовили срезы на ультрамикротоме БС-490 и ЛКБ-4800. Срезы контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца и изучали в электронном микроскопе «Тесла БС-500».

Нами так же были проведены цитокариометрические исследования тиротропов и гонадотропов. Названия клеток гипофиза приведены в соответствии с гистологической номенклатурой [Terminologia histologica. М., 2009]. С помощью винтового окуляр-микрометра измеряли по 100 ядер клеток гипофиза. По диаметру ядер вычисляли площадь ядер. С помощью планиметра определяли площадь клеток (50 измерений для каждого животного).

Результаты цитокариометрии обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента [Снедекор, 1961; Урбах, 1964; Лакин, 1980], так как распределения исследуемых показателей (площадь ядер и диаметр ядер) удовлетворяли двум обязательным условиям применения параметрического t-критерия Стьюдента: нормальность распределения в обеих группах сравнения и равенство двух генеральных дисперсий в группах сравнения. Мы использовали выражение $M \pm m$, где M — средняя арифметическая, m — ошибка средней арифметической. Различия между средними по-

казателями сравниваемых групп рассматривались как статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,001$. Результаты исследований представлены в табл. 1, 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Тиротропные клетки у половозрелых самцов северных морских котиков характеризуются полигональной формой с диффузным расположением мелких секреторных гранул, дающих слабую ШИК-положитель-

ную реакцию (рис. 1). Ядра имеют округлую или овальную форму.

Электронно-микроскопические исследования показали, что тиротропные клетки содержат небольшое количество мелких секреторных гранул, равномерно распределенных по всей цитоплазме (рис. 2). Выявляются также каналы агранулярной и гранулярной цитоплазматической сети, комплекс Гольджи и митохондрии округлой или палочковидной формы.

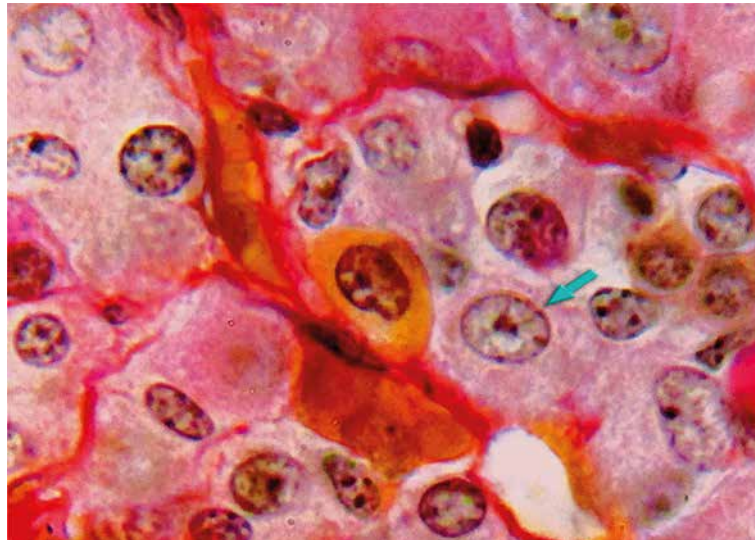


Рис. 1. Аденогипофиз северного морского котика. В центре соматотропная клетка с оранжевой цитоплазмой, справа тиротропная клетка (обозначена стрелкой): ядро овальное, цитоплазма дает слабую ШИК-положительную реакцию. Фиксация — жидкость Штieve, окраска — тетрахром-ШИК. Ув. об.60, ок.15

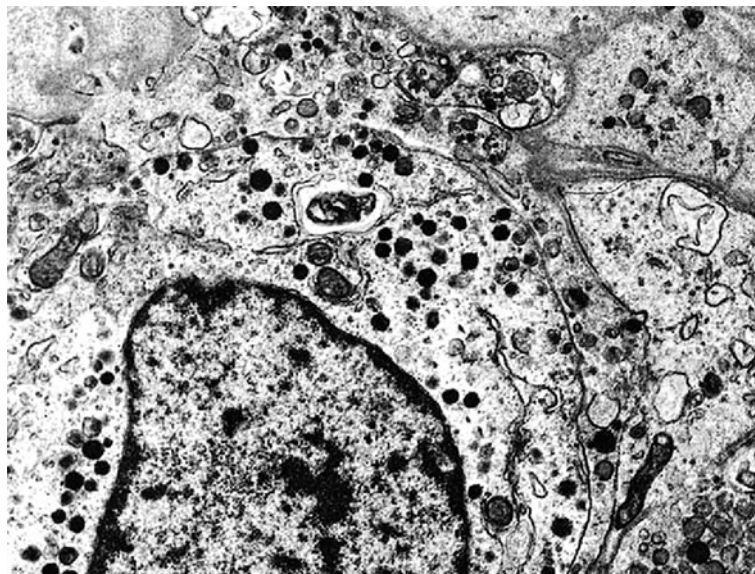


Рис. 2. Электронная микроскопия тиротропной клетки аденогипофиза. В цитоплазме содержатся в небольшом количестве мелкие секреторные гранулы. Ув. 6500.

Секреторные гранулы имеют средний диаметр 150–200 нм, встречаются более мелкие секреторные гранулы, но гранулы более 200 нм в цитоплазме тиротропов не обнаруживаются. Электронная плотность секреторных гранул значительно варьирует, но она, как правило, ниже, чем в соматотропах и гонадотропах.

Гонадотропные клетки отличаются большими размерами, чаще всего распо-

лагаются на периферии аденогипофиза, содержат овальные или округлые ядра, располагающиеся эксцентрично. Гонадотропные клетки обладают наиболее интенсивной ШИК-положительной цитоплазмой (рис. 3). Особенно чётко выделяются гонадотропные клетки после окраски трихром-ШИК или тетрахром-ШИК. В центре гипофиза встречаются единичные гонадотропные клетки (рис. 3), в периферических зонах гонадо-

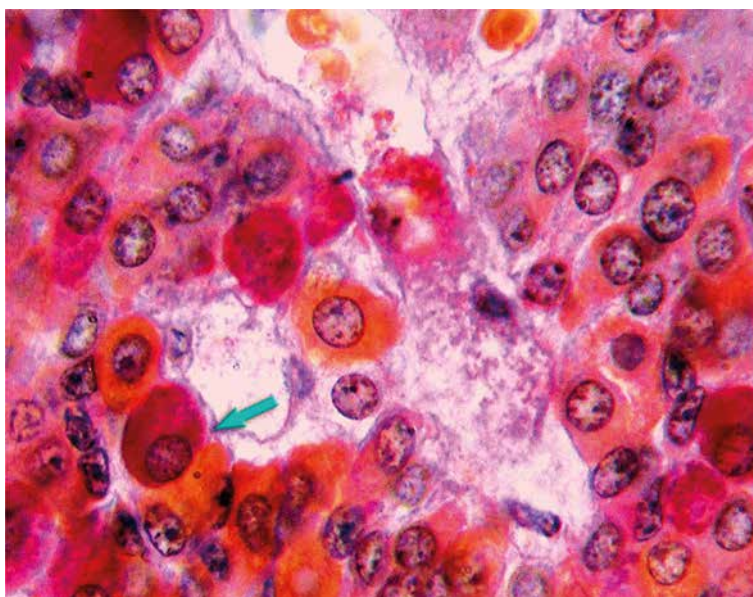


Рис. 3. Гипофиз северного морского котика. Среди оранжевых ацидофилов виден гонадотроп (показан стрелкой), расположенный около сосуда. Фиксация — жидкость Штieve, окраска — тетрахром-ШИК. Ув. об. 40, ок.15

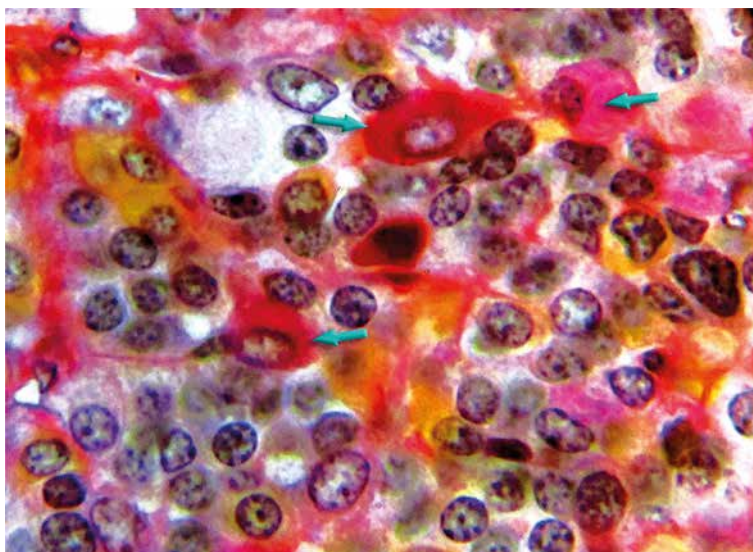


Рис. 4. Аденогипофиз северного морского котика. Стрелками обозначены овальные ШИК-положительные гипертрофированные гонадотропные клетки. Фиксация — жидкость Штieve, окраска — тетрахром-ШИК. Ув. об. 40, ок.15

тропы располагаются группами (рис. 4). Как в центре, так и на периферии гонадотропные клетки характеризуются интенсивной ШИК-положительной реакцией.

Электронно-микроскопически в гонадотропах выявляются многочисленные секреторные гранулы, диаметр которых варьирует от 180 до 200 нм (рис. 5). Секреторные гранулы в большом количестве выявляются по всей площади цитоплазмы. Отличительная особенность гонадотропов — наличие сильно развитого кольцевидного комплекса Гольджи, расположенного вблизи ядра.

В аденогипофизе новорожденных самцов северного морского котика преобладающими клетками являются хромофобы, характеризующиеся мелкими, округлыми ядрами, отсутствием в цитоплазме секреторных гранул.

Тиротропные и гонадотропные клетки встречаются в небольшом количестве в аденогипофизе новорожденных самцов морских котиков и, судя по кариометрическим и электронно-микроскопическим показателям, эти клетки характеризуются пониженной секреторной активностью (табл. 1–2).

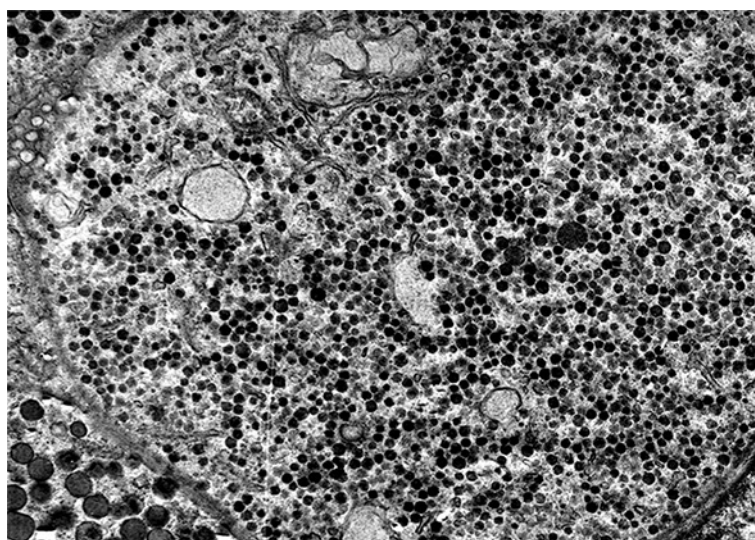


Рис. 5. Электронная микроскопия гонадотропной клетки гипофиза гаремного секача (возраст 10 лет). В цитоплазме содержатся многочисленные мелкие секреторные гранулы. Внизу слева представлен фрагмент соматотропа с крупными секреторными гранулами. Ув. 6000

Таблица 1. Цитокариометрические показатели тиреотропных клеток аденогипофиза северных морских котиков в постнатальном онтогенезе

| Возраст животных | n | Площадь ядер тиреотропов (мкм ²) M ± m | Площадь цитоплазмы тиреотропов (мкм ²) M ± m | Ядерно-цитоплазматическое отношение |
|------------------|----|--|---|--|
| 0–10 дней | 10 | 26,9±0,38 | 35,3±0,75 | 0,76 |
| 1–3 мес. | 10 | 28,9±0,38* | 54,5±0,79* | 0,53 |
| 2–3 года | 10 | 30,0±0,45 | 61,2±0,84* | 0,49 |
| 4–5 лет | 10 | 31,4±0,42 | 69,7±0,83* | 0,45 |
| 6–7 лет | 10 | 32,6±0,51* | 90,5±0,69* | 0,36 |
| 8–10 лет | 15 | 33,0±0,42 | 97,0±0,87* | 0,34 |
| 11–12 лет | 6 | 30,1±0,34* | 70,0±0,63* | 0,43 |
| 13–14 лет | 6 | 27,4±0,31* | 48,0±0,58* | 0,57 |

* P < 0,001.

Таблица 2. Цитокариометрические показатели гонадотропных клеток аденогипофиза северных морских котиков в постнатальном онтогенезе

| Возраст животных | n | Площадь ядер гонадотропов (мкм ²) M ± m | Площадь цитоплазмы гонадотропов (мкм ²) M ± m | Ядерно-цитоплазматическое отношение |
|------------------|----|--|--|-------------------------------------|
| 0–10 дней | 10 | 24,8±0,40 | 30,6±0,44 | 0,81 |
| 1–3 мес. | 10 | 25,6±0,40 | 35,4±0,56* | 0,72 |
| 2–3 года | 10 | 26,6±0,45* | 45,8±0,61* | 0,58 |
| 4–5 лет | 10 | 30,5±0,47 | 59,8±0,47* | 0,51 |
| 6–7 лет | 10 | 30,9±0,45 | 90,8±0,79* | 0,34 |
| 8–10 лет | 15 | 29,1±0,45 | 93,8±0,83* | 0,31 |
| 11–12 лет | 6 | 29,1±0,41 | 69,2±0,78* | 0,42 |
| 13–14 лет | 4 | 26,3±0,41* | 57,1±0,82* | 0,46 |

*P < 0,001.

Следует отметить, что в тиротропах и гонадотропах новорожденных самцов северных морских котиков выявлено повышенное ядерно-цитоплазматическое отношение (табл. 1–2). Это объясняется низким уровнем дифференцировки этих клеток.

У самцов морских котиков в возрасте 1–3 месяцев в аденогипофизе увеличивается количество тиротропов и гонадотропов по сравнению с гипофизами новорожденных самцов морских котиков. Существенно повысился уровень дифференцировки этих клеток. Активизация процессов гормонообразования сопровождается накоплением специфических секреторных гранул в цитоплазме тиротропов и гонадотропов. Обнаруживается гипетрофированный комплекс Гольджи. Секреторные гранулы вначале располагаются по периферии цитоплазмы клеток, но постепенно накапливаются по всей цитоплазме. В тиротропах они расположены рыхло в небольшом количестве, в гонадотропах плотно прилегают друг к другу, обильно заполняя всю цитоплазму.

В аденогипофизе самцов морских котиков в возрасте 2–3 лет обнаружено увеличение количества тиротропов и гонадотропов. Усиливается функциональная активность этих клеток: площадь ядер и клеток увеличивается (табл. 1–2). Различия по сравнению с новорожденными животными статистически значимы (p < 0,001). Ядерно-цитоплазматическое отношение снижается. Выявляется более интенсивная ШИК-реакция в гонадо-

тропах. Увеличивается количество мелких секреторных гранул, диаметр которых варьирует от 140 до 160 нм.

У самцов морских котиков в возрасте 4–5 лет обращает на себя внимание резкий подъем функции гонадотропов. Большие группы этих клеток встречаются по всей площади аденогипофиза, однако, как правило, наиболее часто гонадотропные клетки обнаруживаются на периферии. Эти клетки обладают наиболее интенсивной ШИК-положительной цитоплазмой, они хорошо окрашиваются также альдегид-фуксином. Наблюдается статистически значимое (p < 0,001) увеличение площади ядер и клеток у этих животных (табл. 2). Площадь ядер у самцов морских котиков в возрасте 4–5 лет по сравнению с новорожденными увеличивается на 22,9%, площадь клеток — на 95,4% (почти в два раза). Наряду с выраженной активизацией гонадотропов у 5-летних самцов морских котиков обнаруживаются также признаки повышенной активности тиротропов. Цитокариометрические показатели тиротропных клеток у 5-летних самцов морских котиков по сравнению с новорожденными статистически значимо увеличиваются (p < 0,001): площадь ядер возрастает на 16,7%; площадь клеток — на 97,4%.

У 6–7-летних самцов морских котиков гонадотропные и тиротропные клетки характеризуются повышенной функциональной активностью. Это подтверждается не только результатами цитокариометрических ис-

следований, но и электронно-микроскопическими показателями этих клеток (хорошо развиты органоиды, наличие секреторных гранул).

В аденогипофизе самцов холостяков в возрасте 8–10 лет выявляются активно-функционирующие тиротропные и гонадотропные клетки. Цитокариометрические показатели гонадотропов статистически значимо не отличаются от аналогичных показателей предыдущего периода (табл. 2), однако электронно-микроскопически в этих клетках обнаружены признаки повышенной секреторной активности. Секреторные гранулы содержатся в значительном количестве в цитоплазме гонадотропов, некоторые гонадотропные клетки частично или полностью лишены секреторных гранул.

В аденогипофизе 11–12-летних самцов холостяков выявляется снижение секреторной активности гонадотропов и тиротропов. Отмечается статистически значимое уменьшение ($p < 0,001$) площади ядер и клеток (табл. 1–2), ядерно-цитоплазматическое отношение повышается. Площадь ядер уменьшается на 8,8%, площадь клеток — на 27,8%.

Заметное снижение активности гонадотропов и тиротропов выявлено у старых самцов холостяков в возрасте 13–14 лет. Цитокариометрические показатели статистически значимо ($p < 0,001$) уменьшаются (табл. 1, 2). Площадь ядер снижается соответственно на 9,0 и 9,6%, площадь клеток — на 30,4 и 17,3%. Электронно-микроскопически в гонадотропах обнаруживается малое содержание секреторных гранул. Значительная часть гонадотропов подвергается деструкции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании комплекса гистохимических, цитокариометрических и электронно-микроскопических методов исследования нами идентифицированы гонадотропные и тиротропные клетки у самцов северных морских котиков. У новорожденных животных выявлена слабая секреторная активность этих клеток. У 2–3-летних морских котиков выявлены

признаки повышенной гормональной активности эндокриноцитов. Гонадотропные клетки дают интенсивную ШИК-положительную реакцию, электронно-микроскопически выявляется обилие секреторных гранул по всей площади цитоплазмы. В тиротропах электронно-микроскопически выявляется заметная активизация секреторных процессов. Наблюдается гипертрофия комплекса Гольджи, цитоплазматической сети, отмечается накопление специфических секреторных гранул. Максимальный уровень гормональной активности гонадотропных и тиротропных клеток установлен у самцов в возрасте 8–10 лет. Снижение секреторной активности гонадотропов и тиротропов выявлено у старых самцов северных морских котиков в возрасте 13–14 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- Акмаев И.Г., Торгун П.М. 1998. Функциональная морфология эндокринной и половой систем. Гипофиз // Северный морской котик: Систематика, морфология, экология, поведение. М.: Россельхозакадемия. Т. 1. С. 337–346.
- Алешин Б.В. 1973. Гистофизиология гипоталамо-гипофизарной системы. М.: Медицина. 439 с.
- Бойко Р.Т., Ирьянов Ю.М. 1977. Иммуногистохимическая характеристика клеток аденогипофиза, продуцирующих адренокортикотропный гормон // Морфология: Архив анатомии, гистологии и эмбриологии (СПб.). Т. 73. № 8. С. 32–35.
- Гордиенко В.М., Козырицкий В.Г. 1978. Ультраструктура желез эндокринной системы. Киев: Здоровья. 288 с.
- Карманова Л.В., Суханов С.Г. 2011. Экологическая физиология биоэлементов у жителей республики Коми // Фундаментальные исследования. № 5. С. 73–77.
- Кузнецова Л.В., Токарева О.И. 2008. Функциональное созревание гипоталамо-гипофизарной системы в пренатальном развитии человека // Морфология. Т. 133. № 3. С. 62.
- Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 291 с.
- Лилли Р. 1982. Патологогистологическая техника и практическая гистохимия. М.: Мир. 639 с. (Lillie R.D. 1954. Histopathologic Technic and Practical Histochemistry, 2d ed., McGraw-Hill Book Company, New York).
- Меркулов Г.А. 1969. Курс патологогистологической техники. М.: Медицина. 424 с.
- Мозеров С.А., Чекушкин А.А., Мялин А.Н. 2008. Морфология гипофиза при ожоговом шоке (тезисы) // Морфология. Т. 133. № 4. Материалы кон-

- ференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.А. Жданова. С. 82
- Пирс Э. 1962. Гистохимия теоретическая и прикладная. М.: Изд-во иностр. лит-ры. 962 с. (Pearse A.G. E. 1960. Histochemistry, Theoretical and Applied., Little, Brown and Company, Boston, 2d ed.,).
- Ромейс Б. 1954. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. лит-ры. 718 с. (Romeis B. 1948. Mikroskopische Technik. Leibnitz Verlag, Munich).
- Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М. 503 с. (Snedecor G.W. 1957. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. 5 th ed. Iowa, The Iowa State college press).
- Ульянова И.П., Торгун П.М. 2011. Электронно-микроскопические исследования соматотропных и гонадотропных эндокриноцитов аденогипофиза морских млекопитающих в постнатальном онтогенезе // Морфология. Т. 140. N5. 56 с.
- Урбах В.Ю. 1964. Биометрические методы. М.: Наука. 415 с.
- Худайбердиев С.Т., Исраилов Р.И., Касим-Ходжаев И. 2009. Структура аденогипофиза у недоношенных детей // Морфологические ведомости. № 3–4. С. 165–167.
- Terminologia Histologica*. 2009. Международные термины по цитологии и гистологии человека с официальным списком русских эквивалентов. / Банин В.В., Быков В.Л. (ред.) М.: ГЭОТАР-Медиа. 272 с.
- Reyes R.T., Rizzoti K., Dattani M., Lovell-Badge R., Robinson Iain C.A.F. 2008. SOX2-expressing progenitor cells generate all of the major cell types in the adult mouse pituitary gland // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. T. 105. N8. C. 2907–2912.
- Vankelecom H. 2010. Pituitary stem/progenitor cells: Embryonic players in the adult gland? // Eur. J. Neurosci. T. 32. N2. P. 2063–2081.
- Weiss S., Siebzehnrbuhl F.A., Kreutzer J., Blumcke I., Buslei R. 2009 Evidence for a progenitor cell population in the human pituitary // Clin. Neuropathol. T. 28. N4. P. 309–318.

Поступила в редакцию 20.05.2019 г.
Принята после рецензии 29.07.2019 г.

Commercial species and their biology

**Cytokariometric and electron microscopic studies of
thyrotropic and gonadotropic cells in the adenohypophysis
of northern fur seals in postnatal ontogenesis**

P.M. Torgun¹, A.I. Boltnev², A.G. Ulyanov¹, Z.A. Vorontsova³, E.A. Boltnev²

¹ Emperor Peter I Voronezh state agrarian University (FSBEI HE «VSAU»), Voronezh

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

³ N.N. Burdenko Voronezh state medical University (FSBEI HE «VSMU»), Voronezh

Thyrotropic and gonadotropic cells of the pituitary glands of male northern fur seals in postnatal ontogenesis were studied. Special coloring methods were used (trichrome-CHIC, tetrachrome-CHIC) and electron-microscopic examination methods. The area of the nuclei and the area of the cells was measured, and the nuclear-cytoplasmic ratio was determined. Histochemical and electron microscopic features of thyrotropic and gonadotropic cells were established, on the basis of which these two types of adenohypophysis endocrinocytes can be accurately determined. Gonadotropic cells have an oval shape and give an intense CHIC-positive reaction. These cells contain small secretory granules, the size of which varies from 180 to 200 nm. Secretory granules are found in large quantities and fill the entire cytoplasm of cells. Thyrotropic cells are localized mainly in the center of the pituitary gland, have a polygonal shape. Unlike gonadotropes, these cells produce a weakly CHIC-positive response. In the electron microscope, a small number of small secretory granules are detected in the cytoplasm of these cells, the size of which varies from 150 to 200 nm. Changes in cytokaryometric, histochemical, and electron-microscopic indices of thyrotropes and gonadotropes in males of northern fur seals in postnatal ontogenesis were studied. The maximum secretory activity of these cells was found in males of northern fur seals at the age of 8–10 years.

Keywords: Northern fur seals, thyrotropic cells, gonadotropic cells, electron microscopy, nuclear area, cell area, postnatal ontogenesis.

REFERENCES

- Akmaev I. G., Torgun P. M.* 1998. Funkcional'naya morfologiya endokrinnoj i polo-voj sistem. Gipofiz. [Functional morphology of the endocrine and reproductive systems. Pituitary.] // Severnyj morskoy kotik. Sistematika, morfologiya, ekologiya, povedenie. M.: Rossel'khozakademiya T. 1. S. 337–346.
- Aleshin B. V.* 1973. Gistofiziologiya gipotalamo-gipofizarnoj sistemy [Histophysiology of the hypothalamic-pituitary system] // M.: Medicina. 439 s.
- Bojko R. T., Ir'yanov Yu.* 1977. Immunogistohimicheskaya harakteristika kletok adenogipofiza, produci-ruyushchih adrenokortikotropnyj gormon [Immu-histochemical characteristics of adenohypophysis cells producing adrenocorticotrophic hormone] // Archive of anatomy, histology and embryology. T. 78. N8. C. 32–35.
- Gordienko V. M., Kozyrickij V. G.* 1978. Ul'trastruktura zhelez endokrinnoj sistemy [Ultrastructure of the glands of the endocrine system] // Kiev: Zdorov'ya. 288 s.
- Karmanova L. V., Suhanov S. G.* 2011. Ekologicheskaya fiziologiya bioelementov u zhitelej respubliki Komi [Ecological physiology of bioelements in residents of the Komi Republic] // Fundamental'nye issledovaniya. № 2. S. 73–77.
- Kuznecova L. V., Tokareva O. I.* 2008. Funkcional'noe sozrevanie gipotalamo-gipofizarnoj sistemy v prenatal'nom razvitii cheloveka [Functional maturation

- of the hypothalamic-pituitary system in the prenatal human development] // *Morfologiya*. T. 133, № 3. S. 62.
- Lakin G.F. 1980. Biometriya [Biometrics]. M.: Vysshaya shkola. 291 c.
- Lilli R. 1982. Patologogistologicheskaya tekhnika i prakticheskaya gistohimiya [Pathologic histology and practical histochemistry] // M.: Mir. 639 s.
- Merkulov G.A. 1969. Kurs patologogistologicheskoy tekhniki [Course of pathologic histology]. M.: Medicina. 424 s.
- Mozerov S.A., Chekushkin A.A., Myalin A.N. 2008. Morfologiya gipofiza pri ozhogovom shoke [Pituitary morphology in burn shock] // *Morfologiya*. T.133. № 4. Materials of the conference dedicated to the 100th anniversary of D.A. Zhdanova. S. 82.
- Pirs E. 1962. Gistohimiya teoreticheskaya i prikladnaya [Histochemistry theoretical and applied]. M.: Izd-vo inostr. lit-ry. 1962. 962 s.
- Romejs B. 1954. Mikroskopicheskaya tekhnika [Microscopic technique] // M.: Izd-vo Inostr. lit-ry. 1954. 718 s.
- Snedekor Dzh. U. 1961. Statisticheskie metody vprimenenii k issledovaniyam v sel'skom hozyajstve i biologii [Statistical methods in application to research in agriculture and biology]. M. «Sel'skohozyajstvennaya literatura». 505 c.
- Ul'yanova I.P., Torgun P.M. 2011. Elektronno-mikroskopicheskie issledovaniya somatotroponykh i gonadotropnykh endokrinocitov adenogipofiza morskikh mlekoпитayu-shchih v postnatal'nom ontogeneze [Electron-microscopic studies of somatotrophic and gonadotropic endocrinocytes of the adenohypophysis of marine mammals in postnatal ontogenesis] // *Morfologiya*. T. 140. № 5. S. 56.
- Urbah V. Yu. 1964. Biometricheskie metody [Biometric methods]. M.: Nauka. 415 c.
- Hudajberdiev S.T., Israilov R.I., Kasim-Hodzhaev I. 2009. Struktura adenogipofiza u nedonoshennykh detej [The structure of the adenohypophysis in premature babies] // *Morfol. vedomosti*. № 3–4. S. 165–167.
- Terminologia Histologica. 2009. Mezhdunarodnye terminy po citologii i gistologii cheloveka s oficial'nym spiskom russkikh ekvivalentov [Terminologia Histologica. International terms on human cytology and histology with an official list of Russian equivalents] // Banin V.V., Bykov V.L. (red.) Moskva, GEOTAR-Media, 272 s.
- Reyes R.T., Rizzoti K., Dattani M., Lovell-Badge R., Robinson Iain C.A.F. 2008. SOX2-expressing progenitor cells generate all of the major cell types in the adult mouse pituitary gland // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. T. 105. N8. C. 2907–2912.
- Vankelecom H. 2010. Pituitary stem/progenitor cells: Embryonic players in the adult gland? // *Eur. J. Neurosci*. T. 32. N2. P. 2063–2081.
- Weiss S., Siebzehnrbuhl F.A., Kreutzer J., Blumcke I., Buslei R. 2009 Evidence for a progenitor cell population in the human pituitary // *Clin. Neuropathol*. T. 28. N4. P. 309–318.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Cytokaryometric indices of thyrotropic cells of the adenohypophysis of the northern fur seals in postnatal ontogenesis

Table 2. Cytokaryometric parameters of gonadotropic cells of the adenohypophysis of the northern fur seals in postnatal ontogenesis

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Adenohypophysis of the northern fur seal. In the center is a somatotrophic cell with an orange cytoplasm, on the right is a thyrotrophic cell (indicated by an arrow): the nucleus is oval, the cytoplasm gives a weak SHIK-positive reaction. Fixation: liquid Shtivae, coloring tet-rachrome-SHIK. Magnification: lens 60, eyepiece 15.

Fig. 2. Electron microscopy of the adenohypophysis thyrotrophic cell. In the cytoplasm small secretory granules are contained in a small amount. Magnification: 6500.

Fig. 3. Pituitary gland of northern fur seal. Among the orange acidophils gonadotrope is visible (indicated by the arrow), located near the vessel. Fixation: liquid Shtivae, color tetrakhrom-SHIK. Magnification: lens 40, eyepiece 15.

Fig. 4. Adenohypophysis of the northern fur seal. Arrows indicate an oval SHIK-positive hypertrophic gonadotropic cells. Fixation: liquid Shtivae, coloring tetrakhrom-SHIK. Magnification: lens 40, eyepiece 15.

Fig. 5. Electron microscopy of gonadotropic pituitary cells of the harem breeder (age 10 years). The cytoplasm contains numerous small secretory granules. Bottom left is a fragment of a somatotropus with large secretory granules. Magnification: 6000.