

Научная статья

УДК 611.814.3

doi:10.18499/2225-7357-2022-11-1-59-65

03.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология



Сравнительное микроскопическое и электронномикроскопическое исследование соматотропных клеток гипофиза у двух редких видов млекопитающих

П. М. Торгун¹✉, И. А. Ульянов², Н. Т. Алексеева², С. В. Ключкова^{3, 4},
Д. Б. Никитюк^{5, 6}, А. В. Ульянова², К. А. Лободин¹, Е. Г. Лозовая¹,
Д. А. Соколов², Е. И. Мозговая¹

¹Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, Воронеж, Россия

²Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

³Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

⁴Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ, Москва, Россия

⁵Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

⁶Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация. Целью настоящего исследования является изучение микроскопических и электронномикроскопических особенностей соматотропных эндокриноцитов у двух редких видов млекопитающих в постнатальном онтогенезе.

Материал и методы. Использован материал от речных бобров (*Castor fiber* L.) и каланов (морской бобр, *Enhydra lutris*), занесенных в Красную книгу РФ. Сбор материала осуществлялся в Воронежском заповеднике и на лежбищах морских млекопитающих на Командорских островах (о. Беринга, о. Медном). Для фиксации материала использовали жидкости Штиве, Буэна, Ценкера. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином, альдегидфуксином по Хэлми–Дыбану. Измеряли линейные размеры клеточных структур, вычисляли площадь сечения клеток и их ядер, рассчитывали ядерно-цитоплазматический индекс. Определяли численную плотность соматотропных эндокриноцитов в поле зрения. Для электронной микроскопии образцы гипофиза фиксировали в 2,5% глутаровом альдегиде и в 1% осмиевом фиксаторе. Готовили срезы на ультрамикротоме БС-490 и ЛКБ-4800. Срезы контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца и изучали в электронном микроскопе «Тесла БС-500».

Результаты. У речных бобров и каланов в возрасте 6 месяцев по сравнению с новорожденными животными увеличивается численность соматотропных клеток в центре гипофиза в 3,46 ($p < 0,05$) и в 3,32 раза ($p < 0,05$) соответственно и в боковых зонах – в 2,61 ($p < 0,05$) и в 3,39 раза ($p < 0,05$); площадь цитоплазмы клеток – в 1,96 раза ($p < 0,05$) и в 1,85 раза ($p < 0,05$); площадь ядер – в 1,48 раза ($p < 0,05$) и в 1,30 раза ($p < 0,05$). У речных бобров и каланов в возрасте одного года по сравнению с шестимесячными животными выявлено увеличение численности соматотропных клеток в центре гипофиза в 1,27 раза ($p < 0,05$) и в 1,33 раза ($p < 0,05$); и в боковых зонах в 1,08 раза ($p < 0,05$) и в 1,02 раза ($p > 0,05$); и площади цитоплазмы клеток соответственно – в 1,29 раза ($p < 0,05$) и в 1,25 раза ($p < 0,05$). Максимальные показатели секреторной активности соматотропных клеток обнаружены у речных бобров и каланов в возрасте 1 года.

Ключевые слова: речной бобр, калан, соматотропные клетки, кариометрия, электронная микроскопия

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Торгун П.М., Ульянов И.А., Алексеева Н.Т., Ключкова С.В., Никитюк Д.Б., Ульянова А.В., Лободин К.А., Лозовая Е.Г., Соколов Д.А., Мозговая Е.И. Сравнительное микроскопическое и электронномикроскопическое исследование соматотропных клеток гипофиза у двух редких видов млекопитающих // Журнал анатомии и гистопатологии. 2022. Т. 11, №1. С. 59–65. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-1-59-65>

ORIGINAL ARTICLES

Original article

Comparative microscopic and electron microscopic study of somatotrophic pituitary cells in two rare mammalian species

P.M. Torgun[✉], I.A. Ul'yanov, N.T. Alexeeva, S.V. Klochkova, D.B. Nikityuk, A.V. Ul'yanova, K.A. Lobodin, E.G. Lozovaya, D.A. Sokolov, E.I. Mozgovaya

¹Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia

²N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

³Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

⁴Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Rehabilitation and Sports Medicine, Moscow, Russia

⁵Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

⁶Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract. The aim of this study was to find out the microscopic and ultrastructural features of somatotrophic endocrinocytes in two rare mammalian species in postnatal ontogenesis.

Material and methods. We used material from river beavers (*Castor fiber* L.) and sea otters (sea beaver, *Enhydra lutris*), listed in the Red Book of the Russian Federation. The collection of material was carried out in the Voronezh Reserve and on the rookeries of marine mammals on the Commander Islands (Bering Island, Medny Island). To fix the material, Shteve, Bouin, and Zenker liquids were used. Paraffin sections were stained with hematoxylin and eosin, aldehyde fuchsin according to Helmi–Dyban. The linear dimensions of cell structures were measured, the cross-sectional area of cells and their nuclei was calculated, and the nuclear cytoplasmic index was calculated. The numerical density of somatotrophic endocrinocytes in the field of view was determined. For electron microscopy, pituitary specimens were fixed in 2.5% glutaraldehyde and 1% osmium fixative. Sections were prepared on BS-490 and LKB-4800 ultramicrotomes. Sections were counterstained with uranyl acetate and lead citrate and studied under a Tesla BS-500 electron microscope.

Results. In river beavers and sea otters at the age of 6 months, compared with newborn animals, the number of somatotrophic cells in the center of the pituitary gland increases by 3.46 ($p < 0.05$) and 3.32 times ($p < 0.05$), respectively, and in the lateral zones – 2.61 times ($p < 0.05$) and 3.39 times ($p < 0.05$); cell cytoplasm area – 1.96 times ($p < 0.05$) and 1.85 times ($p < 0.05$); the area of the nuclei – 1.48 times ($p < 0.05$) and 1.30 times ($p < 0.05$). In river beavers and sea otters at the age of one year, compared with six-month-old animals, an increase in the number of somatotrophic cells in the center of the pituitary gland by 1.27 times ($p < 0.05$) and 1.33 times ($p < 0.05$) was revealed; and in the lateral zones by 1.08 times ($p < 0.05$) and 1.02 times ($p > 0.05$); and area of the cytoplasm of cells, respectively – 1.29 times ($p < 0.05$) and 1.25 times ($p < 0.05$). The maximum indicators of secretory activity of somatotrophic cells were found in river beavers and sea otters at the age of 1 year.

Key words: river beaver, sea otter, somatotrophic cells, karyometry, electron microscopy

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Torgun P.M., Ul'yanov I.A., Alexeeva N.T., Klochkova S.V., Nikityuk D.B., Ul'yanova A.V., Lobodin K.A., Lozovaya E.G., Sokolov D.A., Mozgovaya E.I. Comparative microscopic and electron microscopic study of somatotrophic pituitary cells in two rare mammalian species. Journal of Anatomy and Histopathology. 2022. Т. 11, №1. С. 59–65. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-1-59-65>

Введение

Гипофиз является центральной эндокринной железой, регулирует функционирование периферических эндокринных желез, играет важную роль в регуляции всех видов обмена веществ, в реализации репродуктивных процессов, в защитно-приспособительных реакциях организма к изменяющимся условиям окружающей среды [1]. Особое значение в биологии размножения животных имеют вопросы становления эндокринных функций в постнатальном онтогенезе [6, 7]. В настоящее время накопилась обширная научная информация, касающаяся структурных изменений гипофиза при различных патологических состояниях [2, 3, 8]. Вместе с тем становление отдельных гипофизарных функций изучено недостаточно. В отечественной и зарубежной литературе отсутствуют микроскопические и электронно-микроскопические исследования гипофиза каланов и речных бобров. Эти сведения имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение.

Целью настоящего исследования является изучение микроскопических и электронно-микроскопических особенностей соматотропных эндокриноцитов у двух редких видов млекопитающих в постнатальном онтогенезе.

Материал и методы исследования

В работе использован материал от двух редких видов млекопитающих – речного бобра (*Castor fiber* L.) ($n=16$) и калана (морской бобр, *Enhydra lutris*) ($n=16$). Оба вида внесены в Красную книгу РФ. Взятие материала осуществляли в Воронежском заповеднике и на лежбищах морских млекопитающих островов Беринга и Медного (Командорские острова). Количество животных различного возраста представлено в табл. 1–5. Использован материал в первые часы после гибели животного. Гипофиз быстро извлекали, фиксировали в жидкостях Штieve, Буэна, Ценкера. Материал обезжизивали в спиртах возрастающей крепости, заливали в парафин. Серийные парафиновые срезы толщиной 5–6 мкм окрашивали

Таблица 1

Цитокариометрические показатели стволовых клеток гипофиза

Вид и возраст животного	Площадь сечения ядра (мкм ²)	Площадь сечения цитоплазмы (мкм ²)	ЯЦИ
Калан – возраст 15 дней	15,9±0,54	11,8±0,54	1,34
Бобр – возраст 15 дней	16,1±0,62	12,1±0,62	1,33
Калан – возраст 1 год	16,6±0,44	12,5±0,44	1,32
Бобр – возраст 1 год	18,6±0,54	14,3±0,54	1,30

Примечание: ЯЦИ – ядерно-цитоплазматический индекс.

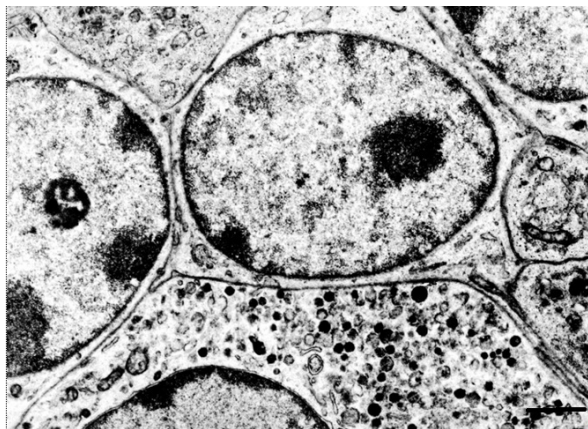


Рис. 1. Электронограмма стволовой клетки гипофиза речного бобра. Возраст 15 дней. В центре расположено ядро с хорошо выраженным ядрышком. В цитоплазме видны единичные митохондрии. Масштабный отрезок – 1 мкм.

гематоксилином и эозином, а также по Хэлми–Дыбану.

Проводили цитокариометрические исследования. На изображениях в программе ImageJ измеряли линейные размеры клеточных структур, вычисляли площадь сечения клеток и их ядер. Полученные результаты использовали для вычисления ядерно-цитоплазматического индекса. Подсчет соматотропных эндокриноцитов для каждого животного проводили в 25 полях зрения. Площадь одного поля зрения составляла 5024 мкм².

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

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью параметрического t-критерия Стьюдента [4, 5]. Распределения исследуемых показателей (площадь ядер и площадь клеток) удовлетворяли двум обязательным условиям применения t-критерия Стьюдента: нормальность распределения в обеих группах сравнения и равенство двух генеральных дисперсий в группах

сравнения. Различия между средними показателями сравниваемых групп рассматривались как статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Результаты цитокариометрии представлены в таблицах 1–5. В передней доле гипофиза у новорожденных млекопитающих выявлялись четыре типа эндокриноцитов: соматотропные, тиротропные, аденокортикотропные и гонадотропные. Среди этих клеток, находящихся на различных стадиях дифференцировки и не являющихся еще морфологически и функционально зрелыми, выявлялись в значительном количестве хромофобные клетки. Эти клетки являются малодифференцированными. Они содержали мелкие округлые ядра и узкий ободок цитоплазмы вокруг ядра. При электронной микроскопии (рис. 1) границы стволовых клеток хорошо визуализировались. В цитоплазме этих клеток отсутствовали секреторные гранулы, органеллы были слабо развиты, встречались единичные митохондрии. Такие клетки следует рассматривать как стволовые клетки гипофиза. Проведенные цитокариометрические исследования стволовых клеток показали (табл. 1), что площадь сечения ядер стволовых клеток составляла всего $15,9 \pm 0,54$ мкм², площадь сечения цитоплазмы – $11,8 \pm 0,54$ мкм². Для этих клеток было характерно высокое значение ядерно-цитоплазматического индекса (1,34).

Анализ цитокариометрических показателей стволовых клеток у двух видов млекопитающих (речного бобра и калана) не выявил существенных различий (табл. 1). При исследовании стволовых клеток речных бобров и каланов в возрасте 1 года также не было выявлено статистически значимых различий цитокариометрических показателей (табл. 1). Стволовые клетки гипофиза дифференцируются в различные другие типы клеток, и в этой статье мы проанализируем становление соматотропной функции гипофиза у двух видов млекопитающих в постнатальном онтогенезе.

У новорожденных речных бобров количество функционирующих соматотропных клеток составляло в центре гипофиза $3,2 \pm 0,16$ в поле зрения, в боковых зонах – $9,2 \pm 0,12$. Отмечалось увеличение площади ядер по сравнению с показателями стволовых клеток

Таблица 2

Динамика численности соматотропных клеток гипофиза речных бобров в постнатальном онтогенезе

Возраст животных	Количество особей	Количество клеток	
		Центр гипофиза	Боковые зоны
15 дней	4	3,2±0,16	9,2±0,12
6 мес.	3	11,1±0,15*	24,1±0,19*
1 год	4	14,2±0,27*	26,2±0,43*
2 года	5	15,3±0,29	27,3±0,38

Примечание: * – статистически значимые различия при $p < 0,05$.

Таблица 3

Цитокариометрические показатели соматотропных клеток гипофиза речных бобров в постнатальном онтогенезе

Возраст животных	Количество особей	Площадь сечения ядер (мкм ²)	Площадь сечения цитоплазмы клеток (мкм ²)	ЯЦИ
15 дней	4	26,6±0,76	32,8±0,66	0,81
6 мес.	3	39,4±0,64*	64,5±0,72*	0,61
1 год	4	44,3±0,51*	83,5±0,93*	0,53
2 года	5	42,6±0,61	80,3±0,83	0,54

Примечание: ЯЦИ – ядерно-цитоплазматический индекс; * – статистически значимые различия при $p < 0,05$.

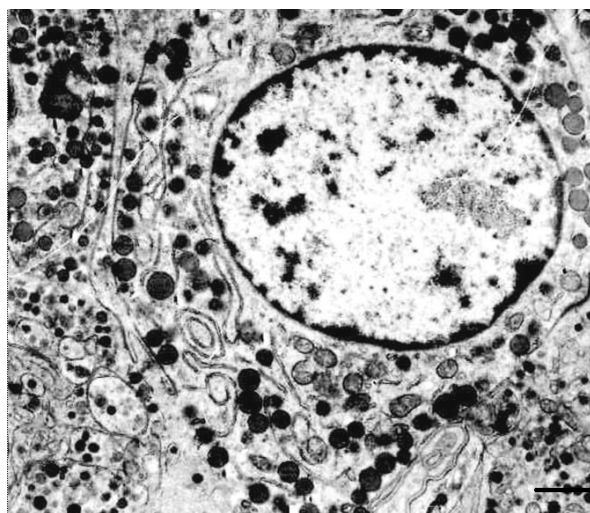


Рис. 2. Электронграмма дифференцирующегося соматотропного эндокриноцита гипофиза. В центре расположено ядро. В цитоплазме видны каналы гранулярной эндоплазматической сети, митохондрии округлые и овальные. Выявляются электронноплотные секреторные гранулы в небольшом количестве. Диаметр секреторных гранул 350–400 нм. Масштабный отрезок – 1 мкм.

в 1,65 раза ($p > 0,05$) и площади цитоплазмы клеток в 2,71 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс по сравнению со стволовыми клетками уменьшался в 1,64 раза.

Электронномикроскопические исследования позволили выявить соматотропные клетки на различных стадиях дифференцировки.

На электронной микрофотограмме (рис. 2) в цитоплазме соматотропной клетки выявлялись каналы гранулярной эндоплазматической сети, округлые и овальные митохондрии. В значительном количестве обнаруживались секреторные гранулы, диаметр которых варьировал от 350 до 400 нм.

У речных бобров в возрасте 6 мес. по сравнению с новорожденными животными отмечалось увеличение численности соматотропных клеток в 3,46 раза ($p > 0,05$) в центре гипофиза и в 2,61 раза – в боковых зонах. Отмечалось также увеличение площади сечения ядер в 1,48 раза ($p < 0,05$) и площади сечения цитоплазмы клеток – в 1,96 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс уменьшился на 24,6% по сравнению с новорожденными животными (табл. 2).

Электронномикроскопические исследования (рис. 3) позволили выявить увеличение в цитоплазме соматотропных клеток зрелых секреторных гранул, диаметр которых составлял 420–450 нм. Гранулы заполняли всю цитоплазму клетки.

У речных бобров в возрасте 1 года по сравнению с 6-месячными животными выявлено увеличение численности соматотропных клеток в 1,27 раза ($p < 0,05$) в центре гипофиза и в 1,08 – в боковых зонах гипофиза ($p > 0,05$). Площадь сечения ядер увеличивалась лишь в 1,12 раза ($p < 0,05$), площадь сечения цитоплазмы клеток увеличивалась в 1,29 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс уменьшался на 13,1% по сравнению с 6-месячными животными. Электронномикроскопические исследования (рис. 4) позволили установить, что в гипофизе преобладали соматотропные клетки, цитоплазма которых заполнена крупными зрелыми секреторными гранулами, средний диаметр которых составлял 450 нм.

У речных бобров в возрасте 2 лет по сравнению с предыдущей возрастной группой выявлено увеличение численности соматотропных клеток в 1,07 раза ($p < 0,05$) в центре гипофиза и в 1,04 раза – в боковых зонах. Площадь ядер увеличивалась лишь в 1,03 раза

Таблица 4

Динамика численности соматотропных и стволовых эндокриноцитов гипофиза каланов в постнатальном онтогенезе

Возраст животных	Количество особей	Количество клеток	
		Центр гипофиза	Боковые зоны
15 дней	4	3,7±0,12	8,1±0,11
6 мес.	3	12,3±0,19*	27,5±0,15*
1 год	4	16,4±0,33*	28,2±0,51
2 года	5	17,1±0,38	28,8±0,28

Примечание: * – статистически значимые различия при $p < 0,05$.

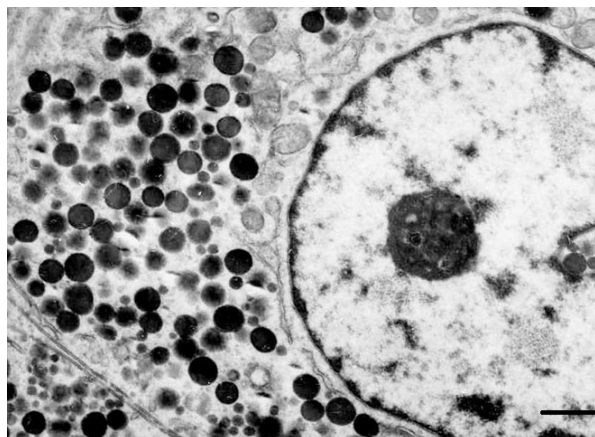


Рис. 3. Электронграмма соматотропной клетки гипофиза речного бобра. Возраст 1 год. Справа расположено ядро с хорошо выраженным ядрышком. Зрелые секреторные гранулы заполняют всю цитоплазму. Диаметр гранул 400–450 нм. Видны округлые митохондрии. Масштабный отрезок – 1 мкм.

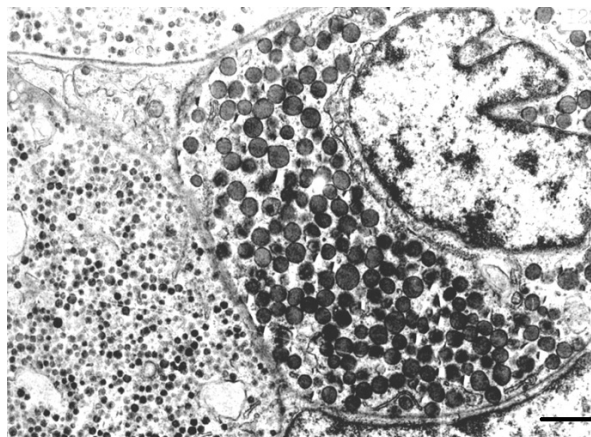


Рис. 4. Электронграмма двух клеток гипофиза речного бобра. Возраст 2 года. Справа соматотропная клетка. В цитоплазме много зрелых секреторных гранул. Диаметр гранул 400–450 нм. В ядре видны выпячивания цитоплазмы в ядро. Слева цитоплазма гонадотропной клетки с мелкими секреторными гранулами. Масштабный отрезок – 1 мкм.

($p > 0,05$), площадь цитоплазмы уменьшалась в 1,03 ($p > 0,05$). Значения ядерно-цитоплазматического индекса оставались без выраженных изменений (табл. 3).

У новорожденных каланов количество соматотропных клеток составляло $3,7 \pm 0,15$ в поле зрения в центре гипофиза и $8,1 \pm 0,11$ – в боковых зонах. Отмечалось увеличение площади сечения ядер по сравнению с показателями стволовых клеток в 1,61 раза ($p > 0,05$) и площади сечения цитоплазмы клеток в 2,66 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс по сравнению со стволовыми клетками уменьшался в 1,65 раза.

У каланов в возрасте 6 мес. по сравнению с новорожденными отмечалось увеличение численности соматотропных клеток в 3,32 раза ($p < 0,05$) в центре гипофиза и в 3,39 раза ($p < 0,05$) – в боковых зонах гипофиза (табл. 4). Наблюдалось увеличение площади сечения ядер в 1,30 раза ($p > 0,05$) и площади сечения цитоплазмы клеток – в 1,85 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс уменьшался на 29,6% по сравнению с новорожденными животными. В гипофизе после окраски альдегидфуксином по Хелми–Дыбану выявлялись многочисленные оранжевые соматотропные клетки (рис. 5). Они отличались

небольшой величиной и интенсивно окрашенной цитоплазмой, что свидетельствовало о накоплении секреторных гранул. Электронномикроскопические исследования показали, что секреторные гранулы были морфологически не зрелыми и имели небольшую величину (300–350 нм).

У каланов в возрасте 1 года по сравнению с 6-месячными численность клеток увеличивалась в 1,33 раза ($p < 0,05$) в центре гипофиза, и в 1,02 раза – в боковых зонах ($p > 0,05$). Площадь сечения ядер увеличивалась незначительно, в 1,05 раза ($p > 0,05$), площадь сечения цитоплазмы клеток – в 1,25 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс уменьшался на 12,2% по сравнению с 6-месячными животными (табл. 5). В гипофизе после окраски альдегид-фуксином выявлялись гипертрофированные оранжевые соматотропные клетки (рис. 5). Электронномикроскопические исследования показали, что в цитоплазме соматотропных клеток преобладали зрелые крупные секреторные гранулы, диаметр которых составлял 430–450 нм. Это свидетельствовало о том, что у каланов в возрасте одного года завершаются процессы дифференцировки соматотропных клеток.

Таблица 5

**Цитокариометрические показатели соматотропных клеток гипофиза каланов
в постнатальном онтогенезе**

Возраст животных	Количество особей	Площадь сечения ядер (мкм ²)	Площадь сечения цитоплазмы клеток (мкм ²)	ЯЦИ
15 дней	4	25,6±0,56	31,5±0,76	0,81
6 мес.	3	33,4±0,44*	58,5±0,67*	0,57
1 год	4	35,3±0,41*	73,5±0,73*	0,48
2 года	5	35,8±0,45	78,2±0,63*	0,45

Примечание: ЯЦИ – ядерно-цитоплазматический индекс; * – статистически значимые различия при $p < 0,05$.

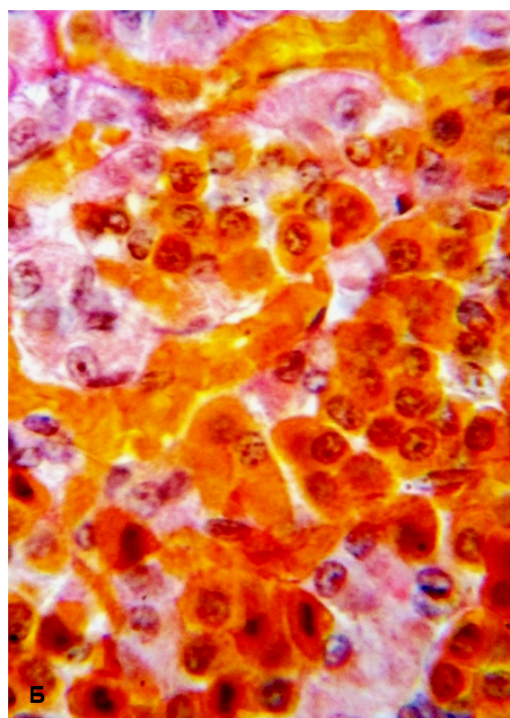
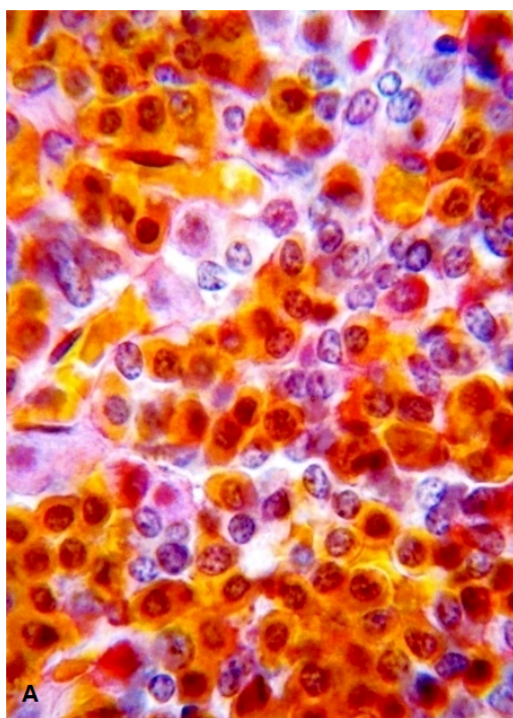


Рис. 5. Гипофиза калана. А – животное в возрасте 6 мес., видны оранжевые соматотропные клетки. Цитоплазма клеток заполнена оранжевыми секреторными гранулами. Б – особь в возрасте 1 года, преобладают гипертрофированные оранжевые соматотропные клетки. Фиксация в жидкости Штилле. Окраска альдегид – фуксином по Хэлми–Дыбану. Ув. об.40, ок.10.

У каланов в возрасте 2 лет по сравнению с предыдущей возрастной группой животных численность клеток увеличивалась в 1,04 раза ($p < 0,05$) в центре гипофиза и в 1,02 раза – в боковых зонах ($p > 0,05$). Площадь сечения ядер возрастала в 1,01 раза ($p > 0,05$), площадь сечения цитоплазмы клеток – в 1,06 раза ($p < 0,05$). Ядерно-цитоплазматический индекс уменьшался на 12,2% по сравнению с 6-месячными животными.

Заключение

На основании проведенных исследований нами установлено, что морфологическое созревание соматотропных клеток завершается у речных бобров и каланов в возрасте 1 года, когда наблюдается максимальное увеличение численности соматотропных клеток и максимальное увеличение площади сечения их ядер и цитоплазмы. Электронномикроскопически в цитоплазме соматотропных клеток выявляется максимальное количество зрелых

секреторных гранул, диаметр которых достигает 430–450 нм.

Список источников / References

1. Богданов А.В. Роль тракционного механизма в реализации формообразовательных процессов развития гипофиза человека. Морфология. 2009;136(3):21–2 [Bogdanov A.V. . Rol' trakttsionnogo mekhanizma v realizatsii formoobrazovatel'nykh protsessov razvitiya gipofiza cheloveka. Morphology. 2009;136(3):21–2] (in Russian).
2. Загребин В.Л., Бойко А.С., Иванова Д.П. Сравнительная микроморфология хромофильных клеток аденогипофиза в норме и при хроническом психоэмоциональном и смешанном стрессах в раннем постнатальном онтогенезе белых крыс. Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН и администрации Волгоградской области. 2007;2:25–6 [Zagrebina VL, Boyko AS, Ivanova D.P. Sravnitel'naya mikromorfologiya khromofil'nykh kletok adenogipofiza v norme i pri khronicheskom psikhoemotsional'nom i smeshannom stressakh v rannem postnatal'nom ontogeneze belykh krys. Byulleten' Volgogradskogo nauchnogo tsentra

- RAMN i administratsii Volgogradskoi oblasti. 2007;2:25–26] (in Russian).
3. Загребин В.Л., Капитонова М.Ю., Морозова З.Ч., Смирнова Т.С. Морфофункциональные аспекты постстрессовой адаптации гипофизарно-надпочечниковой системы растущего организма. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2007;23(3):64–8 [Zagrebina VL, Kapitonova MYu, Morozova ZCh, Smirnova TS. Morpho-functional aspects of post-stress adaptation of the pituitary-adrenocortical system of the growing body. Journal of Volgograd State Medical University. 2007;23(3):64–8] (in Russian).
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа; 1980 [Lakin GF. Biometriya. M.: Vysshaya shkola; 1980] (in Russian).
5. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М.: Наука; 1964 [Urbakh VYu. Biometricheskie metody. Moscow: Nauka; 1964] (in Russian).
6. Czerwinska J, Chojnowska K, Kaminski T, Bogacka I, Smolinska N, Kaminska B. Orexin receptor expression in the hypothalamic–pituitary–adrenal and hypothalamic–pituitary–gonadal axes of free-living European beavers (Castor fiber L.) in different periods of the reproductive cycle. General and Comparative Endocrinology. 2017 Jan;240:103–13.
7. Fauquier T, Rizzoti K, Dattani M, Lovell-Badge R, Robinson ICAF. SOX2-expressing progenitor cells generate all of the major cell types in the adult mouse pituitary gland. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2008 Feb 15;105(8):2907–12. doi: 10.1073/pnas.0707886105
8. Rizzoti K. Adult pituitary progenitors/stem cells: from in vitro characterization to in vivo function. European Journal of Neuroscience. 2010 Dec;32(12):2053–62. doi: 10.1111/j.1460-9568.2010.07524.x

Статья поступила в редакцию 7.02.2022; одобрена после рецензирования 9.03.2022; принята к публикации 11.03.2022.
The article was submitted 7.02.2022; approved after reviewing 9.03.2022; accepted for publication 11.03.2022.

Информация об авторах

✉Торгун Петр Макарович – д-р. ветеринар. наук, профессор, профессор кафедры акушерства, анатомии и хирургии Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I. Ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087; pet.torgun@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-8232-4858>
Ульянов Игнатий Андреевич, pet.torgun@yandex.ru
Алексеева Наталия Тимофеевна – д-р мед. наук, профессор; alexeevant@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>
Клочкова Светлана Валерьевна – д-р мед. наук, профессор; swetlana.chava@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>
Никитюк Дмитрий Борисович – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, dimitrynik@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>
Ульянова Алина Владимировна, pet.torgun@yandex.ru;
Лободин Константин Алексеевич – д-р ветеринар. наук., профессор, pet.torgun@yandex.ru
Лозовая Елена Геннадьевна, pet.torgun@yandex.ru
Соколов Дмитрий Александрович – канд. мед. наук, доцент, cingulum@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9542-8701>
Мозговая Елена Ивановна, pet.torgun@yandex.ru

Information about the authors

✉Petr M Torgun – Doct. Veterinar. Sci., Prof., Professor of obstetrics, anatomy and surgery department of Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University. Ul. Michurina, 1, Voronezh, 394087; pet.torgun@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-8232-4858>
Ignatii A Ul'yanov, pet.torgun@yandex.ru
Nataliya T Alexeeva – Doct. Med. Sci., Prof., alexeevant@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1510-8543>
Svetlana V Klochkova – Doct. Med. Sci., Prof., swetlana.chava@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2041-7607>
Dmitrii B Nikityuk – Doct. Med. Sci., Prof., Corr. Member of RAS, dimitrynik@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2259-1222>
Alina V Ul'yanova, pet.torgun@yandex.ru
Konstantin A Lobodin – Doct. Veterinar. Sci., Prof., pet.torgun@yandex.ru
Elena G Lozovaya, pet.torgun@yandex.ru
Dmitrii A Sokolov – Cand. Med. Sci., Assoc. Prof. cingulum@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9542-8701>
Elena I Mozgovaya, pet.torgun@yandex.ru