

УДК 598.271.8:591.481.11

А. Ю. Ландышева, В. В. Алексеев

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНОГО МОЗГА ВОЛНИСТОГО ПОПУГАЯ

*Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева,
г. Чебоксары, Россия*

Аннотация. В статье приведены результаты морфометрического анализа конечного мозга волнистого попугая, содержавшегося в стандартных для лабораторного эксперимента условиях. У 6-месячных попугаев изучены масса головного мозга и его цитоархитектоника. Морфологический анализ основных полей конечного мозга показал, что волнистый попугай относится к птицам, имеющим средний объем конечного мозга с основными типами (характерными для птиц) нейронов: пирамидными, веретеновидными, звездчатыми.

Ключевые слова: волнистый попугай, конечный мозг, цитоархитектоника, нейрон, глия.

Актуальность исследуемой проблемы. Общеизвестно, что структурно-функциональные особенности организма птиц, в том числе морфологические особенности конечного мозга, значительно отличаются от таковых у земноводных, рептилий и млекопитающих животных. В частности, головной мозг птиц устроен значительно сложнее, что позволяет им осваивать новые виды деятельности и формы поведения [1], [3], [4]. Масса головного мозга птицы составляет от 0,2 до 5 % от всей массы ее тела.

По данным ученых-морфологов, конечный мозг птиц имеет иное строение, нежели у других представителей животного мира [9]. Несмотря на то что он устроен не очень сложно, это не мешает им демонстрировать достаточно сложные формы поведения [5], [6], [10], [11], [12].

При этом в современной литературе данных по изучению гистоструктуры и цитоархитектоники конечного мозга птиц недостаточно. В этой связи большое значение имеет исследование особенностей клеточного состава и нейронной конструкции полей конечного мозга птиц разных видов.

Работа посвящена изучению морфометрических показателей конечного мозга волнистого попугая (*Melopsittacus undulatus*). Исходя из поставленной цели были выдвинуты следующие задачи:

- 1) изучить массу головного мозга 6-месячных волнистых попугаев;
- 2) произвести анализ клеточного состава конечного мозга изучаемой птицы.

© Ландышева А. Ю., Алексеев В. В., 2016

Ландышева Анастасия Юрьевна – аспирант кафедры биологии и основ медицинских знаний Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия; e-mail: nastya.land@mail.ru

Алексеев Владислав Вениаминович – доктор биологических наук, декан факультета естественнонаучного образования Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия; e-mail: kafbot@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 22.01.2016

Материал и методика исследований. Работа выполнена на кафедре биологии и основ медицинских знаний ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева». Для достижения цели использовали 5 взрослых половозрелых особей волнистого попугая в возрасте 6 месяцев. После декапитации мозг птиц извлекали из черепа и взвешивали на аналитических весах СЕ-424 (ЗАО «Сартогосм», г. Санкт-Петербург, Россия). Затем его фиксировали в 76 %-ном растворе этилового спирта с последующей обработкой по стандартной методике Ниссля (заливка в парафин и окраска срезов толщиной 20 мкм крезилем фиолетовым) [7]. Для изучения цитоархитектонических структур брали каждый десятый трансверсальный срез. Подсчет осуществлялся в 5 полях зрения путем случайной выборки. Определяли следующие основные показатели: количество нейронов, их плотность как среднее значение в 5 полях зрения. Плотность клеточных элементов измеряли при 40-кратном увеличении микроскопа и рассчитывали по следующей формуле: плотность нейронов = $k \times X$, [0,001 мм], где X – среднее число клеток в одном поле зрения; k – постоянный коэффициент 4,5, рассчитанный с учетом поправки Аберкоми, толщины среза и площади поля зрения [8].

При изучении структур конечного мозга определены все основные поля: Hyperstriatum accessorium (Ha), Hyperstriatum dorsale (Hd), Hyperstriatum ventrale (Hv), Neostriatum (N), Ectostriatum (E), Paleostriatum augmentatum (Pa).

Фотографирование микропрепаратов производилось с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» и микроскопа «Микмед-2». Обработка цифрового материала проводилась в компьютерной программе DtrImg 5, статистическая обработка – в программе Statistica 7. Классификация нейронов осуществлялась по методике, предложенной Л. Н. Вороновым, В. В. Алексеевым [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что масса тела волнистого попугая составила $275,4 \pm 10,15$ мг. В то же время масса его головного мозга равнялась $15,5 \pm 7,12$ мг. Таким образом, индекс, определяющий отношение массы тела к конечному мозгу, составил 17,8, что характеризует средний объем головного мозга изучаемой птицы.

При исследовании клеточного состава мозга волнистого попугая отмечено присутствие пирамидных, звездчатых и веретеновидных нейронов. Морфометрический анализ поля **Ha** показал, что число пирамидных клеток в изучаемом поле составило $28,7 \pm 4,17$ шт., веретеновидных – $38,4 \pm 5,67$ шт., звездчатых – $7,1 \pm 1,85$ шт. (рис. 1). Преобладающими нейронами в числовом соотношении являлись веретеновидные, которые превосходили другие типы клеток на 19–25 %. Плотность распределения нейронов в эволюционно молодом поле составила $333,9 \pm 52,6$ шт./мм².

При изучении микроструктуры **Ha** отмечены 2 типа глиальных клеток: олигодендроциты и астроциты. При этом число олигодендроцитов преобладало над астроцитами в среднем на 15 % ($p \leq 0,05$).

В поле **Hd** у изучаемых птиц выражены все основные типы нейронов. Микроструктурный анализ показал, что число пирамидных клеток в данном поле составило $21,2 \pm 5,62$ шт., звездчатых – $4,5 \pm 1,12$ шт., веретеновидных – $42,4 \pm 12,41$ шт. Таким образом, преобладающими нейронами являлись веретеновидные, которые превосходили остальные соответственно на 48–88 % ($p \leq 0,05$). Установлено, что в поле **Hd** значение плотности распределения нейронов равнялось $306,5 \pm 19,2$ шт./мм². При изучении микроструктуры в поле **Hd** отмечен лишь 1 тип глиальных клеток – олигодендроциты.

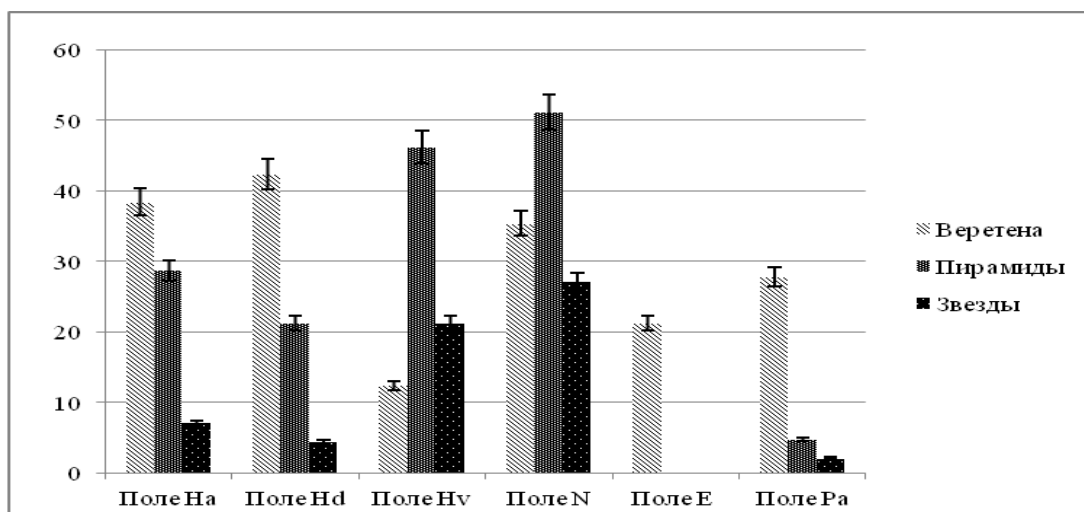


Рис. 1. Общее количество нейронов в конечном мозге волнистого попугая (ед.), ($p \leq 0,05$)

В клеточном составе в поле **Nv** отмечено присутствие в основном пирамидных нейронов (рис. 2).

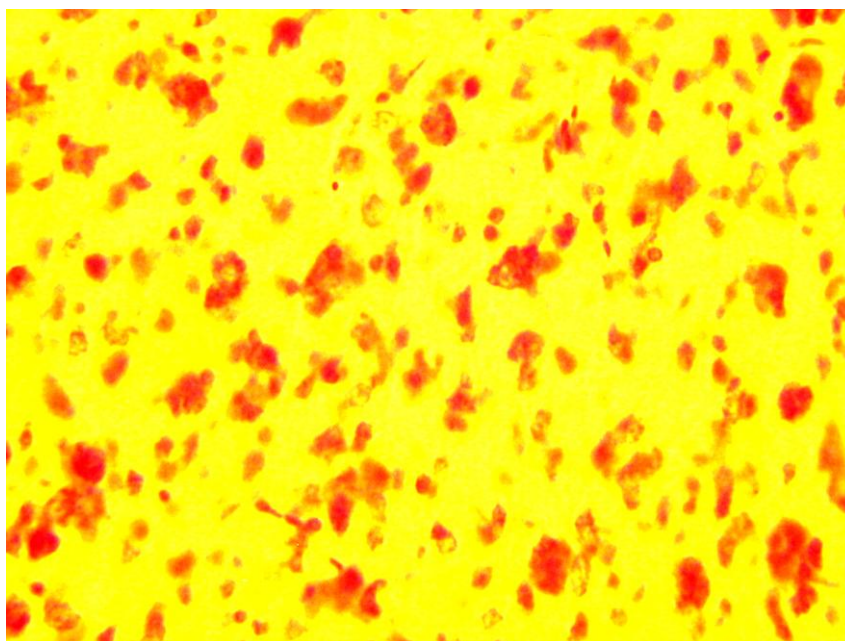


Рис. 2. Микрофотография поля **Nv** (ув. 810, «Микмед-2»)

Морфометрический анализ показал, что число пирамидных клеток в изучаемом поле составило $46,2 \pm 8,15$ шт., веретеновидных – $12,4 \pm 5,17$ шт., звездчатых – $21,2 \pm 7,24$ шт. Пирамидальные нейроны превосходили остальных на 54–77 % ($p \leq 0,05$). Состав глиаль-

ных элементов изучаемого поля: олигодендроциты и астроциты. При этом число олигодендроцитов преобладало над астроцитами в среднем на 11 % ($p \leq 0,05$). Плотность распределения нейронов в данном поле составила $359,1 \pm 45,9$ шт./мм².

В относительно молодом поле конечного мозга (поле N) при изучении клеточного состава выявлено присутствие пирамидных, звездчатых и веретеновидных нейронов. Морфометрический анализ показал, что число пирамидных клеток в изучаемом поле составило $51,2 \pm 12,14$ шт., звездчатых – $27,1 \pm 6,15$, веретеновидных – $35,4 \pm 7,12$ шт. Таким образом, преобладающими нейронами являлись пирамидные, которые превосходили остальных соответственно на 31–46 % ($p \leq 0,05$).

Плотность распределения нейронов в молодом поле конечного мозга сравнительно отличалась от других полей. В то же время плотность клеточных элементов в изучаемом поле была достаточно высокой и составила $511,7 \pm 25,4$ шт./мм² (рис. 3).

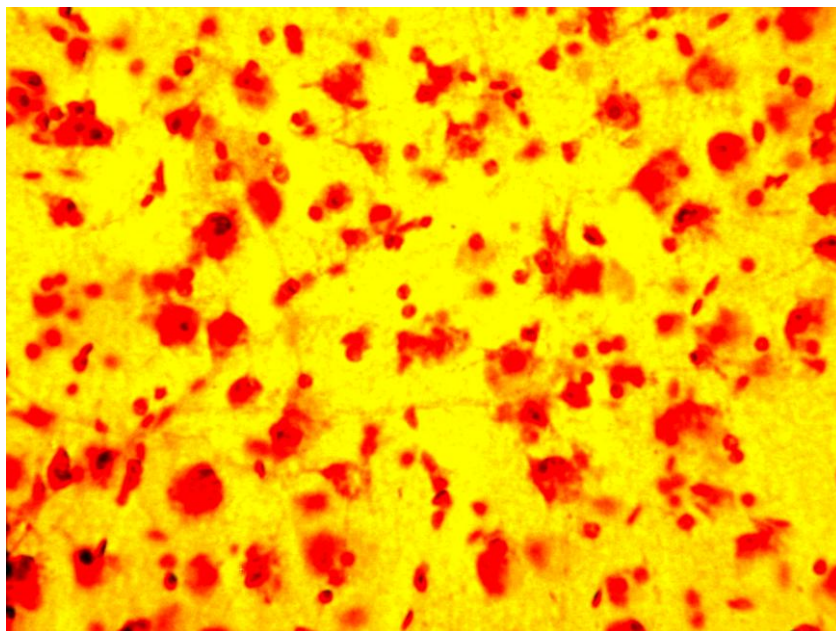


Рис. 3. Микрофотография поля N (ув. 810, «Микмед-2»)

При изучении микроструктуры N отмечены 2 типа глиальных клеток: олигодендроциты и астроциты. При этом число астроцитов преобладало над олигодендроцитами в среднем на 12 % ($p \leq 0,05$).

В поле E выявлена мелкоклеточность нейронов. Морфометрический анализ показал, что в числовом соотношении в изучаемом поле больше всех представлены веретеновидные клетки ($21,2 \pm 5,65$ шт.). Пирамидальных и звездчатых нейронов в эволюционно старом поле конечного мозга не наблюдалось. При этом плотность распределения веретеновидных нейронов составила $95,4 \pm 25,4$ шт./мм².

В поле **Pa** выявлены одиночные нейроны. При изучении клеточного состава установлено присутствие пирамидных, звездчатых и веретеновидных нейронов. Морфометрический анализ показал, что число пирамидных клеток в изучаемом поле составило $4,7 \pm 1,17$ шт., звездчатых – $2,1 \pm 0,5$ шт., веретеновидных – $27,8 \pm 7,12$ шт.

Плотность распределения нейронов в мелкоклеточном поле сравнительно отличалась от других и составила $155,7 \pm 39,6$ шт./мм² (рис. 4).

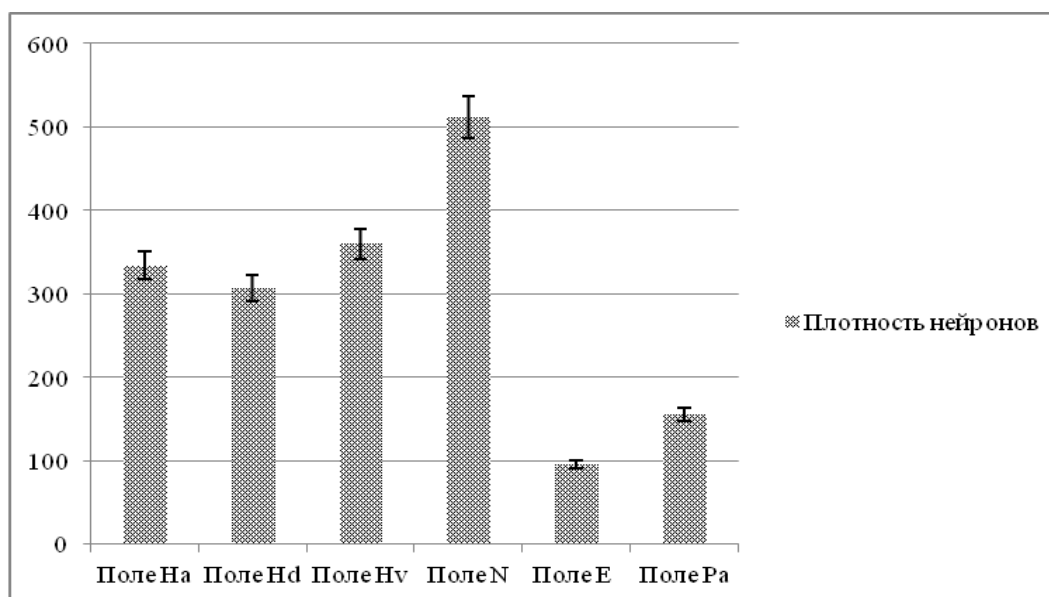


Рис. 4. Плотность распределения нейронов в конечном мозге волнистого попугая (шт./мм²), ($p \leq 0,05$)

Резюме. Морфологический и цитоархитектонический анализ основных полей конечного мозга волнистого попугая позволил выявить следующее: волнистые попугаи относятся к птицам, имеющим большой объем головного мозга. В конечном мозге изучаемой птицы встречаются все основные типы нейронов: пирамидные, веретеновидные, звездчатые. Пирамидальные нейроны составляют преобладающее большинство в полях **Nv** и **N**.

В эволюционно молодых полях в основном отмечены веретеновидные клетки. Число звездчатых нейронов в поле **N** было больше, чем в других отделах конечного мозга.

Выявлено, что в поле **Е** отмечаются лишь веретеновидные клетки. Это единственное поле головного мозга попугая, где встречается лишь один тип нейронов.

По плотности распределения нейронов преобладает относительно небольшое по площади поле **N**. Здесь наблюдается мелкоклеточность нейронов. Меньше всех клеточных элементов выявлено в относительно старых полях конечного мозга: в поле **Е** и поле **Ра**.

Особенности расположения глиальных элементов никаких закономерностей не демонстрируют. При этом в изученных нами полях встречаются все основные глиальные клетки, присущие конечному мозгу птиц всех видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богословская Л. С., Поляков Г. И. Пути морфологического прогресса нервных центров у высших позвоночных. – М.: Наука, 1981. – 160 с.
2. Воронов Л. Н., Алексеев В. В. К проблеме классификации нейронов стриатума конечного мозга птиц // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. – № 51(4). – С. 477–483.

3. Воронов Л. Н., Константинов В. Ю. Новая методика оценки взаиморасположения структурных компонентов в нервной ткани // *Морфология в теории и практике : сб. материалов и тезисов.* – Чебоксары, 2012. – С. 159–162.
4. Зорина З. А., Обозова Т. А. Новое о мозге и когнитивных способностях птиц // *Зоологический журнал.* – 2011. – Т. 90, № 7. – С. 784–802.
5. Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности. – М. : Изд-во МГУ, 1977. – 270 с.
6. Крушинский Л. В., Доброхотова Л. П. Элементарная рассудочная деятельность и морфофизиологические параллели переднего мозга птиц и млекопитающих // *Журнал общей биологии.* – 1985. – Т. 46, № 5. – С. 633–644.
7. Ландышева А. Ю. Цитоархитектоника конечного мозга волнистого попугая и сизого голубя // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева.* – 2013. – № 4(80), ч. 2. – С. 97–98.
8. Роймес Б. Микроскопическая техника. – М. : Наука, 1954. – 718 с.
9. Bluff L. A., Weir A. S., Rutz C., Wimpenny J. H., Kacelnik A. Tool-related Cognition in New Caledonian Crows // *Comparative Cognition and Behavior Reviews.* – 2007. – Vol. 2. – P. 1–25.
10. Jonckers E., Güntürkün O., G. De Groof, A. Van der Linden, V. P. Bingman. Network structure of functional hippocampal lateralization in birds // *Hippocampus.* – 2015. – Vol. 25. – P. 1418–1428.
11. Rehkamper G., Frahm H., Mann M. Evolutionary constraints of large telencephala. *Brain Evolution and Cognition* // *Spektrum Akademischer Verlag.* – 2001. – Vol. 5. – P. 49–77.
12. Rehkamper G., Frahm H. D., Zilles K. Quantitative development of brain and brain structures in birds (Galliformes and Passeriformes) compared to that in mammals (Insectivores and Primates) // *Brain Behav. Evol.* – 2002. – Vol. 37. – P. 125–143.

UDC 598.271.8:591.481.11

A. Y. Landysheva, V. V. Alekseev

MORPHOMETRIC FEATURES OF SHELL PARAKEET'S FINAL BRAIN

I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia

Abstract. The article gives the results of the morphometric analysis of shell parakeet's final brain in standard conditions for laboratory experiment. The author studied the mass of a brain and its cellular structure of 6-month-old shell parakeets. The morphological analysis of the main fields of a final brain showed that shell parakeets are the birds with average dimensions of a final brain with main types (characteristic of birds) neurons: pyramidal, spindle-shaped, star-shaped.

Keywords: *shell parakeet, final brain, cytoarchitectonics, neuron, glia.*

© Landysheva A. Y., Alekseev V. V., 2016

Landysheva, Anastasia Yuryevna – Post-graduate Student, Department of Biology and Basics of Medical Knowledge, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia; e-mail: nastya.land@mail.ru

Alekseev, Vladislav Veniaminovich – Doctor of Biology, Dean of the Faculty of Science Education, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia; e-mail: kafbot@yandex.ru

The article was contributed on January 22, 2016

REFERENCES

1. Bogoslovskaja L. S., Poljakov G. I. Puti morfologicheskogo progressa nervnyh centrov u vysshih pozvonochnyh. – M. : Nauka, 1981. – 160 s.
2. Voronov L. N., Alekseev V. V. K probleme klassifikacii neyronov striatuma konechnogo mozga ptic // Zhurnal vysshej nervnoj dejatel'nosti. – 2001. – № 51(4). – S. 477–483.
3. Voronov L. N., Konstantinov V. Ju. Novaja metodika ocenki vzaimoraspolzhenija strukturnyh komponentov v nervnoj tkani // Morfologija v teorii i praktike : sb. materialov i tezisov. – Cheboksary, 2012. – S. 159–162.
4. Zorina Z. A., Obozova T. A. Novoe o mozge i kognitivnyh sposobnostjah ptic // Zoologicheskij zhurnal. – 2011. – T. 90, № 7. – S. 784–802.
5. Krushinskij L. V. Biologicheskie osnovy rassudochnoj dejatel'nosti. – M. : Izd-vo MGU, 1977. – 270 s.
6. Krushinskij L. V., Dobrohotova L. P. Jelementarnaja rassudochnaja dejatel'nost' i morfofiziologicheskie paralleli perednego mozga ptic i mlekopitajushhih // Zhurnal obshej biologii. – 1985. – T. 46, № 5. – S. 633–644.
7. Landysheva A. Ju. Citoarhitektonika konechnogo mozga volnistogo popugaja i sizogo golubja // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. Ja. Jakovleva. – 2013. – № 4(80), ch. 2. – S. 97–98.
8. Rojmes B. Mikroskopicheskaja tehnika. – M. : Nauka, 1954. – 718 s.
9. Bluff L. A., Weir A. S., Rutz C., Wimpenny J. H., Kacelnik A. Tool-related Cognition in New Caledonian Crows // Comparative Cognition and Behavior Reviews. – 2007. – Vol. 2. – P. 1–25.
10. Jonckers E., Güntürkün O., G. De Groof, A. Van der Linden, V. P. Bingman. Network structure of functional hippocampal lateralization in birds // Hippocampus. – 2015. – Vol. 25. – P. 1418–1428.
11. Rehkamper G., Frahm H., Mann M. Evolutionary constraints of large telencephala. Brain Evolution and Cognition // Spektrum Akademischer Verlag. – 2001. – Vol. 5. – P. 49–77.
12. Rehkamper G., Frahm H. D., Zilles K. Quantitative development of brain and brain structures in birds (Galliformes and Passeriformes) compared to that in mammals (Insectivores and Primates) // Brain Behav. Evol. – 2002. – Vol. 37. – P. 125–143.