

УДК 599+598.2:612.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОНЕЧНОГО МОЗГА ПТИЦ В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ИХ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ РАССУДОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л. Н. Воронов, М. Л. Самсонова, Н. М. Романова, Г. Н. Исаков

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

У птиц с высоко развитой рассудочной деятельностью в эволюционно молодых полях гипер- и неостриатума оказалось относительно большее число глии, комплексов и нейронов, чем у птиц с низко развитой рассудочной деятельностью, а в эволюционно старых полях палео- архистриатума, наоборот, нейронов больше у птиц с низко развитой рассудочной деятельностью. Установлены эволюционно прогрессивные изменения в структурах головного мозга птиц, которые сопровождаются, во-первых, количеством и размерами нейроглиальных комплексов, во-вторых – уменьшением линейных размеров одиночных клеток во всех полях стриатума, в-третьих – числом и разнообразием одиночных нейронов.

For the birds with the highly developed rational activity a greater number of glia complexe and neurons appeared in the evolutionally young fields of hyper- and neostriatum than for the birds with low developed rational activity. On the contrary in the evolutionally old fields of paleo- and archistriatum the birds with low- developed rational activity showed to have a greater number of neurons. Evolutionally progressive changes in the structure of birds cerebrum are revealed accompanied, first, by the amount and size of neyroglia complexes, secondly, by diminishing the linear size of single cells in all the fields of the striatum, thirdly, by the number and variety of single neurons.

Ключевые слова: *птицы, конечный мозг, элементарная рассудочная деятельность, нейрон, глия, нейроглиальный комплекс.*

Учение о элементарной рассудочной деятельности сформулировал Л. В. Крушинский (1986). Он считал, что наиболее характерным свойством элементарной рассудочной деятельности животных является их способность улавливать простейшие эмпирические законы, связывающие предметы и явления окружающей среды, и возможность оперировать этими законами при построении программ поведения в новых ситуациях. Крушинский утверждал, что рассудочная деятельность отличается от любых форм обучения. Эта форма адаптивного поведения может осуществляться при первой встрече организма с необычной ситуацией, создавшейся в среде его обитания. В том, что животное сразу, без специального обучения, может принять решение к адекватному выполнению поведенческого акта, и заключается уникальная особенность рассудочной деятельности как приспособительного механизма в многообразных, постоянно меняющихся условиях окружающей среды. Уникальность рассудочной деятельности как приспособительного механизма в своей основе определяется биологическими свойствами организма. Поэтому ее можно объяснить теми биологическими явлениями и закономерностями, которые известны в настоящее время. Рассудочная деятельность позволяет рассматривать приспособительные функции организма не только в качестве универсальных саморегулирующихся, но и самоселекционирующих систем. Под этим подразумевается способность организма

производить активный выбор биологически наиболее адекватных форм поведения в новых ситуациях окружающей среды. Этот уникальный способ приспособления организма к среде возможен только у животных с хорошо развитой нервной системой. Л. В. Крушинский высказал гипотезу о некоторых механизмах деятельности мозга, которые могут обеспечивать возможность решения животными новых для них задач, построенных на простейших понятиях о пространстве, времени и движении. В связи с этим он выдвинул несколько важных положений. Положение первое: в основе улавливания эмпирических законов, связывающих предметы и явления окружающего мира, лежит способность отдельных нейронов мозга избирательно реагировать на специфические свойства раздражителей. Положение второе: специфичность реакции нейронов определяется разной активностью их генетического аппарата и реализуется в процессе онтогенетической дифференциации клеток. Положение третье: избыточное количество нейронов в мозге – необходимое условие для восприятия всех многообразных деталей окружающей среды и улавливания законов, лежащих в основе их взаимодействия. Положение четвертое: для восприятия отдельных структурных элементов среды и существующих между ними отношений, что необходимо для решения каждой логической задачи, отдельные нейроны конечного мозга должны объединяться в функциональные конstellации. Положение пятое: отбор конstellаций нейронов, необходимых для решения логической задачи, осуществляется при участии сознания. Оценка биологической значимости решаемой задачи производится с помощью эмоций. Под сознанием в данном случае Крушинский понимает функцию мозга, которая связана с восприятием текущих событий окружающей действительности. Это, прежде всего, сенсорная функция мозга. На основе сознания происходит синтез восприятия текущих событий в окружающей среде со следами пережитого. З. А. Зориной (1984) было установлено, что элементарная рассудочная деятельность врановых птиц выше, чем у хищных млекопитающих, и вполне сопоставима с таковой дельфинов и низших обезьян. По последним данным З. А. Зориной и И. И. Полетаевой (2001), вороны способны сохранять информацию о числовых параметрах стимулов не только в форме образных представлений, но и в некой отвлеченной и обобщенной форме и связывать ее с ранее нейтральными для них знаками – цифрами. Таким образом, не только у высших приматов, но и у некоторых птиц довербальное мышление достигло в своем развитии того промежуточного этапа, который, по мнению Л. А. Орбели (1949), обеспечивает возможность использования символов вместо реальных объектов и явлений и в эволюции предшествовал формированию второй сигнальной системы.

Таким образом, цель настоящего исследования – выявить при помощи метода сравнительного анализа те структурно-функциональные элементы, которые сопутствуют развитию рассудочной деятельности у птиц.

Методика исследований. В работе был использован конечный мозг 80 особей из 6 отрядов, 7 семейств и 15 видов птиц. Среди них: I. Отряд гусеобразных (*Anseriformes*), семейство утиных (*Anatidae*), кряква (*Anas platyrhynchos*) – 6 взрослых, домашняя утка (*Anas platyrhynchos*. Dom.) – 5 взрослых; II. Отряд курообразных (*Galliformes*), семейство фазановых (*Phasianidae*), перепел (*Coturnix coturnix*) – 5 экз., курица домашняя (*Gallus gallus domesticus*) – 5 экз. III. Отряд голубеобразных (*Columbiformes*), семейство голубиных (*Columbidae*), голубь сизый (*Columba Livia*) – 5 экз. IV. Отряд дятлообразных (*Piciformes*), семейство дятловых (*Picidae*), белоспинный дятел (*Dendrocopos leucotos*) – 4 экз. V. Отряд воробьинообразных (*Passeriformes*), семейство врановых (*Corvidae*), ворона серая (*Corvus cornix*) – 5 экз., грач (*Corvus frugilegus*) –

6 экз., сорока (*Pica pica*) – 5 экз., галка (*Corvus monedula*) – 5 экз.; семейство синициевых (*Paridae*), синица большая (*Parus major*) – 10 экз., лазоревка (*Parus caeruleus*) – 4 экз., гаичка буроголовая (*Parus montanus*) – 5 экз.; семейство вьюрковых (*Fringillidae*), зяблик (*Fringilla coelebs*) – 5 экз., снегирь (*Purrrhula purrrhula*) – 5 экз. VI. Отряд попугаи (*Psittaci*), семейство (*Psittacidae*); попугай волнистый (*Melopsittacus undulatus*).

После наркоза и декапитации мозг птиц извлекали из черепа, взвешивали и фиксировали в 70⁰ этиловом спирте. Дальнейшую обработку проводили по стандартной методике Ниссля: заливка в парафин и окраска трансверсальных срезов толщиной 20 мкм кризоловым фиолетовым [7]. Для исследования архитектоники брали каждый 10-й срез.

Для определения удельного количества нервных клеток стриатума использовали следующую формулу:

$$N_v = P \cdot \frac{t}{D + t},$$

где P – подсчитанное число ядер нейронов в контрольном поле, D – средний диаметр ядра, t – средняя толщина среза.

Для сравнительного анализа каждой структурной единицы полей стриатума птиц было выбрано два морфологических параметра: N – количество элементов в определенном объеме (удельная плотность), S_n – площадь профильного поля элементов. Площадь профильного поля представляет собой наибольшую площадь проекции данного элемента (или площадь наибольшего сечения).

Для осуществления целей исследования мы распределили изучаемых птиц по степени развития их рассудочной деятельности на три группы: 1) птицы с низкоразвитой рассудочной деятельностью (НРРД) – голубь, домашняя утка, курица, кряква, перепел; 2) птицы со среднеразвитой рассудочной деятельностью (СРРД) – зяблик, снегирь, дятел, лазоревка, гаичка, синица большая; 3) птицы с высокоразвитой рассудочной деятельностью (ВРРД) – попугай, грач, галка, серая ворона. Следует пояснить, что особой второй группы можно было бы отнести к группе птиц с условно развитой рассудочной деятельностью, так как Л. В. Крушинским и его учениками эксперименты с данными видами не проводились. Однако, учитывая, что все они, за исключением дятла белоспинного, относятся к отряду воробьинообразных, мы включили их в группу птиц с СРРД. Необходимо также добавить, что Л. В. Крушинский не проводил экспериментов с попугаем волнистым, однако по данным литературы о поведении этого вида его несомненно следует отнести к группе птиц с ВРРД.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование конечного мозга показало, что средние значения количества глии и комплексов достоверно (P<0,05) выше у птиц с СРРД и ВРРД, средние значения количества нейронов примерно одинаковы у всех видов изученных птиц. Средние показатели ППП нейронов и комплексов достоверно преобладают (P<0,01) у птиц с ВРРД, показатели ППП глии – у птиц с СРРД. Отличие средних показателей ППП глии в группах птиц с НРРД и ВРРД незначительны. Среди птиц с СРРД достоверно большие значения удельного количества глиальных клеток выявлены у зяблика, гаички и большой синицы. В группе птиц с ВРРД эти показатели выше у попугая и галки, в группе птиц с НРРД – у голубя и курицы. Максимальные показатели удельного количества нейронов отмечены в группе с СРРД – у гаички и лазоревки, в группе НРРД – у перепела. Достоверно, что более высокие значения количества комплексов наблюдаются у большой синицы и лазоревки (СРРД), попугая (ВРРД). В группе птиц с НРРД показатели ППП глии достоверно выше (P<0,01) у голубя, курицы и перепела, в группе птиц

с СРРД – у зяблика и большой синицы, в группе птиц с ВРРД – у попугая. Наибольшие показатели ППП нейронов отмечены у грача и вороны (ВРРД), дятла (СРРД) и домашней утки (НРРД). Показатели ППП комплексов у попугая, галки и вороны из группы с ВРРД достоверно выше аналогичных параметров у остальных изученных птиц.

Глиальный индекс высчитывался как отношение количества глиальных клеток к количеству нейронов в одном и том же объеме мозгового вещества. Как известно, величина глиального индекса увеличивается от низших приматов к высшим антропоидным и достигает максимума у человека. Так, его величина у низших узконосых обезьян равна 3,0; у высших антропоморфных приматов – 4,8, у человека – 8,3 [1; 2]. Наибольшие глиальные индексы обнаружены у зяблика и синицы большой – по 3,3, наименьшие – у домашней утки и перепела. Неожиданно низкий индекс наблюдается у грача и вороны – 2 (рис. 1).

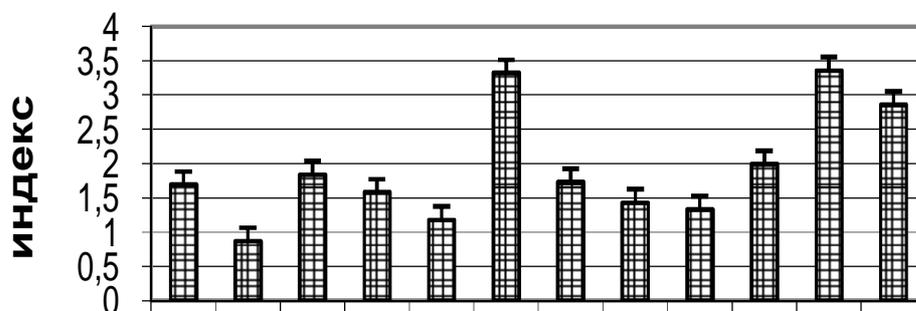


Рис. 1. Глиальный индекс в конечном мозге птиц

Достоверно большее разнообразие классов нейронов в конечном мозге отмечено у птиц с ВРРД (рис. 2).

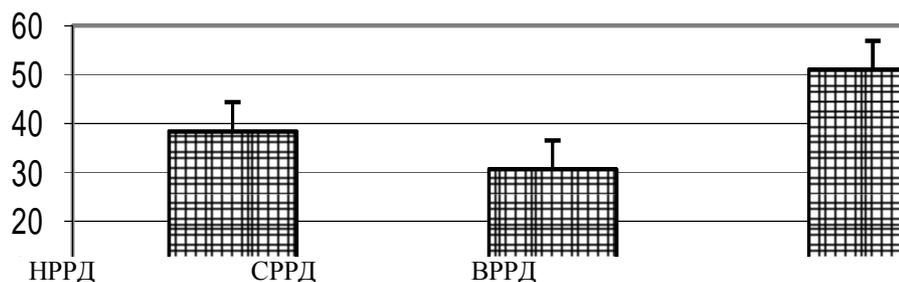


Рис. 2. Средние значения разнообразия классов нейронов в головном мозге птиц с различной развитой РД

Резюме. Таким образом, среднее количество нервных клеток и комплексов в конечном мозге птиц практически одинаково у птиц со средне- и высокоразвитой рассудочной деятельностью, зато у птиц с низко развитой рассудочной деятельностью достоверно меньше глиии и нейроглиальных комплексов. Средние значения площади профильного поля нервных клеток и комплексов более схожи у птиц с низко- и среднеразвитой рассудочной деятельностью. У птиц с высокоразвитой рассудочной деятельностью, по сравнению с предыдущими, достоверно выше значения нейронов и нейроглиальных комплексов.

В итоге можно заключить, что к концепции Л. В. Крушинского о морфологических основах элементарной рассудочной деятельности больше подходят показатели площади профильного поля комплексов в конечном мозге птиц, так как именно по этому параметру наблюдаются наибольшие значения у серой вороны, галки и волнистого попугая.

У птиц с высокоразвитой рассудочной деятельностью в эволюционно молодых полях гипер- и неостриатума оказалось относительно большее число глиии, комплексов и нейронов, чем у птиц с низкоразвитой рассудочной деятельностью, а в эволюционно старых полях палео- архистриатума, наоборот, нейронов больше у птиц с низкоразвитой рассудочной деятельностью.

Установлены эволюционно прогрессивные изменения в структурах головного мозга птиц, которые сопровождаются, во-первых, количеством и размерами нейроглиальных комплексов, во-вторых – уменьшением линейных размеров одиночных клеток во всех полях стриатума, в-третьих – числом и разнообразием одиночных нейронов.

Наибольшие показатели почти по всем структурным элементам конечного мозга имеют синица большая и зяблик – наиболее синантропные птицы, тяготеющие к человеческому жилью.

По параметрам нейронов и комплексов домашняя утка имеет показатели выше, чем дикая утка кряква.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Воронов, Л. Н.* Морфофизиологические закономерности совершенствования головного мозга и других органов птиц / Л. Н. Воронов. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 111 с.
2. *Воронов, Л. Н.* Эволюция поведения и головного мозга птиц / Л. Н. Воронов. – Чебоксары : ЧГПУ, 2004. – 210 с.
3. *Крушинский, Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности / Л. В. Крушинский. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 270 с.
4. *Зорина, З. А.* Рассудочная деятельность и пластичность поведения врановых в условиях антропогенных воздействий / З. А. Зорина. – М. : Наука, 1984. – С. 35–36.
5. *Зорина, З. А.* Элементарное мышление животных / З. А. Зорина, И. И. Полетаева. – М. : Аспект Пресс, 2001. – 320 с.
6. *Орбели, Л. А.* Вопросы высшей нервной деятельности / Л. А. Орбели. – М. : Изд-во АН СССР, 1949. – 525 с.
7. *Ромейс, Р.* Микроскопическая техника / Р. Ромейс. – М. : Изд-во «Зарубежная литература», 1956. – 456 с.