

Л.Н. Воронов, Н.М. Табакова

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНОГО МОЗГА
ЧЕРНОГО СТРИЖА (*APUS APUS*)**

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», г. Чебоксары

Исследована структура мозга стрижа черного (*Apus apus*) по сравнению с ласточкой береговой (*Riparia riparia*) и перепелом (*Coturnix coturnix*). Установлено, что у птиц с поисковым типом полета – стрижа черного и ласточки береговой, по сравнению с перепелом, выявлены максимальная плотность распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов, высокая относительная доля звездчатых типов нейронов и большее разнообразие классов нейронов, при минимальном значении площади клеток.

Ключевые слова: мозг птиц, нейроны, глия, комплексы

Различия в характере полета у птиц тесно связаны с их образом жизни и приспособлением к определенной среде. Характер полета зависит от размеров птицы, от формы и площади ее крыльев (определяемых пропорциями скелета, длиной и формой маховых перьев и т.д.), от силы мышц, от площади и формы хвоста, общего характера оперения, длины шеи и конечностей. Так, черный стриж достигает длины до 18 см, при этом размах крыльев у него – 40 см. Стриж, развивая скорость до 180 км/ч, может за один день преодолеть расстояние до 1800 км. Полет береговых ласточек медленнее, чем у стрижей – до 65 км/ч. В противоположность перечисленным видам перепел обыкновенный ведет исключительно наземный образ жизни и никогда не садится на ветви деревьев или кустарников. Почти все время проводит в густой траве или посевах.

Специальными исследованиями выявлены особенности микроструктуры контурного пера черного стрижа, которые можно рассматривать как эколого-морфологические адаптации компенсаторного типа, сохраняющие принципиальную структуру пера и направленные на усиление общего аэродинамического эффекта крыла. Это обеспечивает максимальную эффективность функционирования организма в пределах его стабилизированного состояния в сложных и изменчивых условиях воздушно-пеллагического существования [11]. Таким образом, стрижей можно считать самыми быстрыми и маневренными животными, умеющими принимать поведенческие решения за доли секунды. Соответственно обработка информации в их конечном мозге должна осуществляться максимально быстро и оптимально.

Исследования структуры полей конечного мозга с целью выявления взаимосвязи с факторами окружающей среды проводили Корнеева и др. [9, 10], Т.Б. Голубева и др. [8]. Вместе с этим, исследовались и прогрессивные изменения морфологической основы сложного поведения птиц [1–4]. В них было установлено, что количественно-качественные изменения структур мозга сопровождаются увеличением количества и размеров нейроглиальных комплексов, уменьшением размеров одиночных клеток, увеличением числа одиночных нейронов и разнообразием их форм. Последние работы показывают, что индикаторами

усовершенствования конечного мозга птиц также являются степень развития цитоархитектонической асимметрии их конечного мозга [5], взаиморасположения или агрегации клеток и надклеточных структур [6], а также величина комплексноглионеронального индекса [7].

В связи с вышеизложенным, актуальной проблемой современной биологической науки является вопрос об особенностях строения конечного мозга птиц с различными типами полета, которая в современной литературе совершенно не представлена.

В этой связи целью нашей работы явилось проведение сравнительного анализа цитоархитектоники конечного мозга птиц с разными типами полета.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась в течение 2007–2013 годов в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии и экспериментальной биологии при кафедре биологии и методики преподавания ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева». Для изучения цитоархитектоники конечного мозга птиц проводилось исследование 30 стриатумов по 5 экземпляров мозга самцов и самок 3 видов птиц: отряд Стрижеобразные (*Apodiformes*), семейство Настоящие стрижи (*Apodidae*), вид черный стриж (*Apus apus*); отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*), семейство Ласточковые (*Hirundinidae*), Вид береговая ласточка (*Riparia riparia*); Отряд Курообразные (*Galliformes*); Семейство Фазановые (*Phasianidae*), Вид перепел обыкновенный (*Coturnix coturnix*).

В исследованиях нами использовалась классификация Н.А. Гладкова (1949), согласно которой изучаемых птиц по типам полета можно разделить на следующие группы: 1) птицы с поисковым типом полета – стриж черный, ласточка береговая; 2) птицы с прерывистым типом полета – перепел обыкновенный. Птицы добывались охотниками по лицензиям на территории Урмарского района Чувашской Республики. Использовались взрослые половозрелые особи с нормальным телосложением. Все птицы были клинически здоровыми. Декапитация птиц проводилась в лабораторных условиях. Мозг птиц фиксировали в 76 %-ном этиловом спирте с последующей обработкой

по стандартной методике Ниссля. Каждый десятый срез (20 мкм) окрашивали крезоловым фиолетовым. Для исследования цитоархитектоники конечного мозга изучаемых птиц на микропрепаратах проводили топографию полей (Arcopallium (A); Hyperpallium apicale (Ha); Hyperpallium densocellulare (Hd), Mesopallium (M); Nidopallium (N); Striatum laterale (SLt); Globus Pallidus (GP). Фотографирование микропрепаратов производилось с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2», при этом площадь контрольного поля составила $4,32 \times 10^{-2} \text{ мм}^2$. Для сравнительного анализа были выбраны следующие параметры: общая плотность распределения (количество элементов в 1 мм^2 ткани) нейронов, глии и нейроглиальных комплексов; площадь нейронов и нейроглиальных комплексов; разнообразие классов нейронов. Подсчет нейронов, глии и нейроглиальных комплексов проводился в 50 полях зрения.

Определения площади нейронов и нейроглиальных комплексов производилось с использованием программы «SigmaScan Pro 5.0». Цифровой материал, полученный в результате исследований, обработан на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием программного пакета статистического анализа «Statistica 6.0 for Windows».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цитоархитектоника конечного мозга стрижа черного

Плотность распределения и разнообразие основных структурных элементов нервной ткани. При исследовании микропрепаратов конечного мозга стрижа черного установлено, что у самок общая плотность распределения нейронов в полях Ha, Hd, M, SLt, Gr, A больше, чем у самца ($1492,41 \pm 66,73 - 3222,22 \pm 186,98$ против $1152,23 \pm 66,73 - 2718,06 \pm 76,23$ кл./мм²). Межполовые различия по данному показателю были достоверны лишь в полях Hd, M, A ($p < 0,05$). При этом общая плотность распределения нейронов у самок была выше, чем у самцов, на $1,13 - 22,79 \%$. НГИ по данному параметру был больше у самок в полях Ha, Hd, N, E, SLt и A ($0,75 - 0,95$), чем у самцов – M и Gr ($0,77$ и $1,26$). В ходе исследования установлены межполовые различия по типам нейронов. Межполовой анализ нейронного состава полей конечного мозга стрижа черного выявил доминантность плотности распределения веретеновидных клеток самок в полях Ha, Hd, M, N, SLt, Gr, A на $6,38 - 32,48 \%$ и самцов в поле E ($963,12 \pm 81,32$ против $658,09 \pm 42,63$). Также у самок выявлена доминантность по данному показателю пирамидных нервных клеток во всех полях стриатума ($1,51 - 25,01 \%$) кроме поля E, где граница составила $2,76 \%$ соответственно. Анализ цитоархитектоники конечного мозга стрижа черного показал, что у самок количество звездчатых нейронов в поле E и Gr достоверно превалировало над самцами на $3,03$ и $19,40 \%$ ($p < 0,05$). В то же время в других изучаемых полях стриатума по данному параметру выявлена доминантность самцов. Наиболее выраженная доминантность по плотности распределения звездчатых клеток у самцов наблюдалась в полях Ha и

SLt ($63,84$ и $60,33$ кл./мм²). Доля веретеновидных нейронов от общего количества клеток у самок составила $31,46 - 69,68 \%$, пирамидных – $18,20 - 46,27 \%$, звездчатых – $8,33 - 23,61 \%$. В то же время у самцов на долю веретеновидных клеток пришлось $24,38 - 69,44 \%$, пирамидных – $15,31 - 46,67 \%$, звездчатых $10,57 - 28,95 \%$. У самок максимальное число классов нейронов установлено в полях M, N и A ($10,97 \pm 0,23 - 11,00 \pm 0,28$ шт.), минимальное – в поле Gr ($8,7 \pm 0,28$ шт.). У самцов получены аналогичные результаты. Общая плотность распределения глии в полях конечного мозга самок стрижа черного по сравнению с самцами была значительно выше в Ha, Hd, M, N, SLt, Gr, A ($1787,04 \pm 97,59 - 2435,19 \pm 104,04$ против $1447,59 \pm 60,87 - 2112,22 \pm 92,91$ кл./мм²). Установлено, что у самок общая плотность распределения нейроглиальных комплексов значительно больше в полях Hd и SLt, чем у самцов на $9,16$ и $2,53 \%$ соответственно. При этом в полях Ha, M, N самок и самцов наблюдалась незначительная разница ($1,56 - 3,66 \%$). Выявлено, что максимальная плотность распределения НГК1 и НГК2 самок отмечена в поле Hd ($587,96 \pm 42,05$ и $560,19 \pm 30,18$ кл./мм²), минимальная – SLt ($145,76 \pm 14,67$ и $108,86 \pm 19,89$ кл./мм²). У самцов по данному показателю НГК1 и НГК2 прослеживалась аналогичная закономерность. В то же время плотность распределения НГК1 у самцов в полях Hd и SLt была меньше, чем у самок на $118,31$ и $6,44$ кл./мм² соответственно. В полях N и M данный показатель у самцов был больше на $5,39 - 23,12 \%$, за исключением поля Ha, где межполовые различия были не достоверны. У самцов плотность распределения НГК2 была больше в полях Ha, N и SLt, чем у самок соответственно на $52,60$, $12,00$ и $3,66$ кл./мм². Доля НГК1 от общего количества НГК самок по сравнению с самцами составила $27,24 - 57,25 \%$ против $31,06 - 54,66 \%$. Следует отметить, что у обоих полов НГК3 выявлены лишь в полях Ha, Hd и M, причем плотность распределения НГК3 самок превышала таковую самцов на $6,23 - 9,95$ кл./мм², и их доля от общего количества НГК у самок составила $4,72 - 11,11 \%$. У самцов выявлена аналогичная закономерность.

Площадь нейронов и нейроглиальных комплексов. При исследовании микропрепаратов конечного мозга самок и самцов стрижа черного установлено, что средняя площадь веретеновидных нейронов (рис. 7–8) у самцов больше во всех изучаемых полях на $7,69 - 19,26 \%$, $p < 0,05 - 0,01$. В полях Ha и SLt различия не достоверны. Выявлено, что у самцов пирамидные нейроны крупнее, чем у самок во всех изучаемых полях конечного мозга на $10,45 - 13,57 \%$, $p < 0,05 - 0,01$. У самцов стрижа черного площадь звездчатых нейронов больше, чем у самок на $11,84 - 24,78 \%$. Причем наиболее выраженная доминантность по данному показателю выявлена в полях Gr и A ($18,85$ и $17,77$ мкм² соответственно, $p < 0,01$). Установлено, что максимальная площадь всех типов нейронов у самок выявлена в полях Gr и A ($50,48 \pm 1,40 - 106,56 \pm 5,54$ мкм²). Аналогичная закономерность наблюдалась у самцов стрижа черного ($44,69 \pm 0,91 - 89,85 \pm 2,01$ мкм²).

Установлено, что средняя площадь НГК1 у самцов достоверно больше в полях Hd ($75,69 \pm 8,45$ мкм²)

и М ($56,74 \pm 6,81$), Е ($85,28 \pm 4,53$); НГК2 – в На ($106,37 \pm 7,41$) и М ($89,30 \pm 8,23$), чем у самок ($p < 0,01, 0,05$). Площадь НГК3 составила $200,88 \pm 10,57$. Наибольшее значение общей площади НГК самок и самцов стрижа черного составило в поле На, Hd и М за счет наличия в данном поле всех классов НГК.

Таким образом, при исследовании цитоархитектоники конечного мозга самцов и самок стрижа черного выявлены межполовые различия по общей плотности распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов. При этом нейроглиальный индекс самок стрижа черного превалировал над индексом самцов.

Цитоархитектоника конечного мозга ласточки береговой

Плотность распределения и разнообразие основных структурных элементов нервной ткани. При исследовании микропрепаратов конечного мозга ласточки береговой выявлено, что у самок общая плотность распределения нейронов в полях На, Hd, М, N, Е, SLt, Gr, А больше, чем у самца ($1437,06 \pm 123,97 - 4379,63 \pm 303,32$ против $1234,12 \pm 112,03 - 400926 \pm 191,86$ кл./мм²). Максимальная доминантность по данному показателю отмечена в поле Е самок и самцов ласточки береговой ($p < 0,05$). Межполовые различия были достоверны лишь в полях На, Hd, N, Е, SLt ($p < 0,01, 0,05$). При этом общая плотность распределения нейронов у самок была выше, чем у самцов, на $5,53-38,40$ %. Нейроглиальный индекс по данному параметру был больше у самок в полях N и Gr ($0,73$ и $1,40$), чем у самцов – На, Hd, М, SLt и А ($0,66-1,21$).

В ходе исследования выявлены межполовые различия по типам нейронов. Межполовой анализ нейронного состава полей конечного мозга ласточки береговой установил доминантность плотности распределения веретеновидных клеток самок в полях На, Hd, М, N, Е, SLt, А на $5,06-22,69$ % и самцов в поле Gr, ($447,08 \pm 83,51$ против $416,67 \pm 76,39$). Достоверные межполовые различия отмечены в полях Hd, N, Е, SLt и Gr ($p < 0,01, 0,05$). Также у самок выявлена доминантность по данному показателю пирамидных нервных клеток во всех полях стриатума ($84,26-291,66$ кл./мм²), кроме поля SLt. Достоверная разница обнаружена в полях На и Е ($p < 0,01$). Анализ цитоархитектоники конечного мозга ласточки береговой показал, что у самцов количество звездчатых нейронов в поле М и Е превалировало на $16,16$ и $14,12$ %. В то же время в других изучаемых полях стриатума по данному параметру выявлена доминантность самок. Наиболее выраженная доминантность по плотности распределения звездчатых клеток у самок наблюдалась в полях Hd и N ($43,61$ и $21,53$ кл./мм²). Доля веретеновидных нейронов от общего количества клеток у самок составила $27,16-54,57$ %, пирамидных – $24,76-46,71$ %, звездчатых – $7,72-34,62$ %. В то же время у самцов на долю веретеновидных клеток пришлось $28,10-59,81$ %, пирамидных – $21,55-47,57$ %, звездчатых $9,82-34,98$ %. У самок максимальное число классов нейронов установлено в полях На, Hd, М, N и Е ($10,97$

$\pm 0,23 - 12,43 \pm 0,28$ шт.), минимальное – в поле Gr ($7,7 \pm 0,28$ шт.). Межполовые различия установлены в полях Gr и А. Общая плотность распределения глиоцитов в полях конечного мозга самок по сравнению с самцами была значительно выше в На, Hd, М, Gr ($26738,80 \pm 209,76 - 3763,89 \pm 233,21$ против $1949,07 \pm 201,59 - 3611,89 \pm 211,07$ кл./мм²). Достоверные межполовые различия по данному показателю не установлены. Выявлено, что у самок общая плотность распределения нейроглиальных комплексов значительно больше во всех изучаемых полях, чем у самцов на $1,61-29,77$ %. При этом достоверные межполовые различия установлены в полях На и Е ($p < 0,01$). Установлено, что максимальная плотность распределения НГК1 самок и самцов отмечена в поле Hd ($763,89 \pm 143,63$ против $629,63 \pm 82,49$ кл./мм²), минимальная – SLt ($120,37 \pm 30,18$ против $106,48 \pm 26,39$ кл./мм²). В то же время плотность распределения НГК1 у самцов в полях Е была больше, чем у самок на $13,89$ кл./мм². У самцов плотность распределения НГК2 была больше в полях SLt, чем у самок соответственно на $4,63$ кл./мм². Доля НГК1 и НГК2 от общего количества НГК самок по сравнению с самцами составила $40,61-68,42$ % против $37,48-66,67$ % и $25,58-46,36$ % против $18,53-50,59$ %.

Следует отметить, что у обоих полов НГК3 выявлены лишь в полях На, Hd и М, причем плотность распределения НГК3 самок превышала таковую самцов на $0,47-41,34$ кл./мм² и их доля от общего количества НГК у самок составила $11,84-13,49$ %. У самцов выявлена аналогичная закономерность.

Площадь нейронов и нейроглиальных комплексов. При исследовании микропрепаратов конечного мозга самок и самцов ласточки береговой установлено, что средняя площадь веретеновидных нейронов у самцов больше во всех изучаемых полях на $4,60-21,17$ %, $p < 0,01$. В полях На, N и А различия не достоверны. Отмечено, что у самцов пирамидные нейроны крупнее, чем у самок во всех изучаемых полях конечного мозга на $5,87-19,53$ %, кроме поля Gr, где значение площади пирамидных нейронов самки достоверно больше ($p < 0,01$). У самцов ласточки береговой площадь звездчатых нейронов больше, чем у самок на $6,76-29,73$ %. Причем наиболее выраженная доминантность по данному показателю выявлена в полях SLt и Gr $6,46$ и $25,41$ мкм² соответственно. Установлено, что максимальная площадь всех типов нейронов у самок выявлена в полях Gr ($60,07 \pm 3,69 - 103,32 \pm 12,87$ мкм²). Аналогичная закономерность наблюдалась у самцов ($85,48 \pm 8,43 - 96,73 \pm 7,64$ мкм²). Выявлено, что средняя площадь НГК1 у самцов ласточки береговой больше в полях На ($90,14 \pm 10,50$ против $88,22 \pm 8,79$ мкм²) и Е ($86,23 \pm 5,46$ против $72,53 \pm 4,74$). При этом в поле Hd, М и N разница по данному показателю была незначительной. НГК2 самцов крупнее во всех изучаемых полях конечного мозга ласточки береговой, кроме поля SLt. Максимальная площадь НГК3 составила в поле Hd ($210,93 \pm 17,19$). Наибольшее значение общей площади НГК самок и самцов ласточки береговой составило в поле На, Hd и М за счет наличия в данном поле всех классов НГК.

Таким образом, при анализе цитоархитектоники стриатума особей самцов и самок ласточки береговой установлены межполовые различия по общей плотности распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов, где данные показатели были выше у самок, нежели у самцов. При этом площадь нейронов и НГК у самцов уступали таковым самок.

Цитоархитектоника конечного мозга перепела обыкновенного

Общая плотность распределения и разнообразие основных структурных элементов нервной ткани. При исследовании микропрепаратов конечного мозга перепела обыкновенного выявлено, что у самок общая плотность распределения нейронов в полях Ha, Hd, M, E, SLt, Gr, A больше чем у самцов на 6,8 %, 10,2, 9,6, 7,1, 9,9, 7,2, 6,3 % соответственно. Достоверные различия обнаружены в полях Ha, Hd, M, E, SLt, Gr ($p < 0,01$) и A ($p < 0,05$). Нейроглиальный индекс по данному параметру был максимальным у самок в полях Gr и A (1,16 и 1,08), а у самцов – SLt и Gr (1,20 и 1,07 соответственно). Выявлены межполовые различия по типам нейронов. У самок перепела обыкновенного по сравнению с самцами выявлено превышение плотности распределения веретеновидных нейронов, которое в полях Hd ($p < 0,05$) составило 4,5 %, M – 3,8, SLt – 4,6, Gr – 8,9, A – 5,2 и незначительное уменьшение в поле N ($p > 0,05$). Причем в поле Ha самцов и самок плотность распределения данного типа нейронов имело близкие значения (соответственно $815,12 \pm 37,02$ и $816,82 \pm 45,59$ кл./мм²).

При сравнении плотности распределения пирамидных клеток самцов и самок наблюдалась превалирование у последних во всех изучаемых полях ($p < 0,05$), кроме поля N, где значения были не достоверны ($p > 0,05$). Анализ цитоархитектоники конечного мозга перепела обыкновенного показал, что у самок количество звездчатых нейронов в полях Ha, Hd, M, A было достоверно больше чем у самцов ($208,02 \pm 17,34 - 351,08 \pm 36,50$ против $155,40 \pm 33,56 - 326,54 \pm 13,22$ кл./мм²; $p < 0,01$). Наиболее выраженная доминантность по плотности распределения звездчатых клеток у самок наблюдалась в полях A ($468,10 \pm 19,61$ кл./мм²) и SLt ($406,33 \pm 43,50$ кл./мм²). Аналогичная закономерность отмечена у самцов. В остальных полях межполовые различия были не достоверны.

Доля веретеновидных нейронов от общего количества клеток у самок составила 35,95–46,54 %, пирамидных – 33,38–43,04, звездчатых – 11,85–38,73 %. В то же время у самцов на долю веретеновидных клеток пришлось 37,86–49,81 %, пирамидных – 32,89–41,98, звездчатых 9,50–27,36 %. Наибольшее количество классов нейронов наблюдалось в поле A как у самок так и у самцов ($13,07 \pm 0,31$ против $12,67 \pm 0,23$ шт.). Межполовые различия наблюдались в полях N ($8,15 \pm 0,46$ против $8,87 \pm 0,51$ шт.), SLt ($8,32 \pm 0,54$ против $9,12 \pm 0,63$ шт.). Результаты исследований свидетельствуют о том, что у самок общая плотность распределения глиальных клеток больше чем у самцов в полях Ha Hd, M, Gr, A ($1553,24 \pm 182,71 - 1940,28 \pm 60,53$ против $1177,71 \pm 23,81 - 1664,87 \pm 22,41$ кл./мм²) и

меньше в N, SLt ($1987,05 \pm 41,22$ и $1902,31 \pm 107,89$ против $2042,44 \pm 133,50$ и $2085,19 \pm 56,65$). Во всех полях, кроме N, значения по данному параметру были достоверны ($p < 0,01$). Установлено, что показатели плотности распределения нейроглиальных комплексов полях Hd, N, SLt выше у самки. Так, превышение в поле Hd составило на $29,47$ кл./мм², N – $20,02$, SLt – $1,62$ кл./мм². У самца плотность распределения НГК в поле M была больше на $144,29$ кл./мм² ($p < 0,001$), а в поле Ha на $29,47$ кл./мм². Следует отметить, что все классы НГК обнаружены в поле M, тогда как в других полях имелись лишь НГК1 и НГК2. В полях Gr и A нейроглиальные комплексы отсутствовали.

Выявлено, что у самок перепела обыкновенного доля НГК1 от общей плотности распределения НГК составила 37,3–66,8 %, НГК2 – 33,2–54,6 %, НГК3 – 18,9 %. У самцов, в целом, получены аналогичные результаты. Так, у самцов перепела обыкновенного установлена достоверная доминантность по плотности распределения НГК1 в полях Ha и M; НГК2 – M, по плотности НГК3 достоверных межполовых различий не выявлено.

Площадь нейронов и нейроглиальных комплексов. При исследовании микропрепаратов конечного мозга самок и самцов перепела обыкновенного установлено, что средняя площадь веретеновидных нейронов у самцов больше во всех изучаемых полях на $3,81-10,12$ кл./мм², $p < 0,05-0,01$. В полях M и A различия не достоверны. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у самцов пирамидные нейроны крупнее, чем у самок во всех изучаемых полях конечного мозга, $p < 0,05-0,01$. У самцов перепела обыкновенного площадь звездчатых нейронов крупнее, чем у самок, наиболее выраженная доминантность по данному показателю выявлена в полях Gr и A ($17,45$ и $17,38$ мкм² соответственно, $p < 0,01$). Установлено, что максимальная площадь всех типов нейронов у самок выявлена в полях Gr и A ($55,75 \pm 3,83 - 112,36 \pm 3,33$ мкм²). Аналогичная закономерность наблюдалась у самок перепела обыкновенного. На основании данных выявлено, что средняя площадь НГК1 у самцов достоверно больше в полях Ha ($66,39 \pm 3,53$ мкм²) и M ($63,51 \pm 3,48$); НГК2 – в Hd ($114,48 \pm 3,60$) и M ($119,65 \pm 3,42$), чем у самок ($p < 0,01$). Площадь НГК3 составила $178,76 \pm 3,94$. Наибольшее значение общей площади НГК самок и самцов перепела обыкновенного составило в поле M за счет наличия в данном поле всех классов НГК.

Таким образом, у самцов и самок перепела обыкновенного выявлены достоверные межполовые различия по изучаемым показателям. При этом отмечено, что у самок по сравнению самцами нейроглиальный индекс в большинстве рассмотренных полях конечного мозга выше. Также для самцов характерно наличие более крупных нейронов и нейроглиальных комплексов. Необходимо отметить, что самки имели большую плотность распределения нейронов и глии.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что у птиц с поисковым типом полета – стрижа черного и ласточки береговой, по сравнению с перепелом, выявлены максимальная

плотность распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов, высокая относительная доля звездчатых типов нейронов и большее разнообразие классов нейронов, при минимальном значении площади клеток, а также наличие всех классов нейроглиальных комплексов в молодых полях (На, Hd, М).

2. При исследовании цитоархитектоники конечного мозга самцов и самок стрижа черного выявлены межполовые различия по общей плотности распределения нейронов, глии и нейроглиальных комплексов. При этом нейроглиальный индекс самок стрижа черного превалировал над индексом самцов в достоверно большей степени, чем у других исследованных видов.

3. У быстролетающих птиц - стрижа черного по сравнению с ласточкой береговой в эволюционно молодых полях – На и Hd – обнаружены достоверно большая площадь интегративных нейроглиальных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Н.Г., Обухов Д.К. Эволюционная морфология нервной системы позвоночных. – СПб.: Изд-во «Лань», 1999. – 384 с.
2. Богословская Л.С., Поляков Г.И. Пути морфологического прогресса нервных центров у высших позвоночных. – М: Наука, 1981 – 160 с.
3. Воронов Л.Н. Морфофизиологические закономерности совершенствования головного мозга и других органов птиц. Монография. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 111 с.
4. Воронов Л.Н. Эволюция поведения и головного мозга птиц. – Чебоксары: Изд-во ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2004. – 276 с.
5. Воронов Л.Н., Алексеева Н.В., Романова Н.М. Эколого-морфологические особенности асимметрии конечного мозга птиц // Изучение птиц на территории Волжско-Камского края. – Чебоксары. – 2007. – С. 21–25.
6. 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: Изд-во Чуваш. ун-та, 2012. – С 159–162.
7. Воронов Л.Н., Исаков Г.Н., Константинов В.Ю., Герасимов А.Е. и др. Индексы структурных компонентов конечного мозга как индикатор сложного поведения птиц // Русский орнитологический журнал. – 2013. – Т. 22, Экспресс-выпуск 906. – С. 2113–2116.
8. Голубева Т.Б., Зуева Л.В., Корнеева Е.В., Хохлова Т.В. Развитие фоторецепторных клеток сетчатки и нейронов Wulst у птенцов мухоловки-пеструшки *Ficedula hypoleuca*. – Орнитология. – 2001. – Т. 29. – С. 188–202.
9. Корнеева Е.В. Ориентация дендритов у нейронов Wulst при смене форм зрительно направляемого поведения птенцов мухоловки-пеструшки // Ж. эвол. биохим. и физиол. – 1995. – Т. 31. – С. 642–652.
10. Корнеева Е.В., Шулейкина К.В. Морфогенез нейронов Wulst в условиях зрительной депривации. – ЖВНД. – 1999. – Т. 49. – С. 320–325.
11. Фадеева Е.О. Адаптивные особенности микроструктуры контурного пера черного стрижа (*Apus apus*) // Вестник Московского городского педагогического университета. – 2009. – № 2 (4). – С. 48–56.

L.N. Voronov, N.M. Tabakova

ECOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE TELENCEPHALON BLACK SWIFTS (*APUS APUS*)

Chuvash State Pedagogical University named after I.J. Yakovlev, Cheboksary

The structure of the brain of black swift (Apus apus) is compared to Coast swallow (Riparia riparia) and quail (Coturnix coturnix). It is found that birds with a search type of flight – swift black and coast swallows, compared with quail, identified with the maximum density of the distribution of neurons, glia and neuroglial complexes, high relative share of stellate types of neurons and a greater variety of classes of neurons, with a minimum of square cells.

Key words: bird's brain, neurons, glia, complexes