

Морфофизиологические особенности глаза птиц и млекопитающих как параллельной ветви эволюции

Г.У. Кубекова, магистрант, Т.Ю. Паршина, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГПУ; М.С. Сеитов, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Прогрессивные изменения зрительной коммуникации связаны с преобразованиями органа зрения, которые заключаются в увеличении комбинаторики и усилении развития комплекса зрительных сигналов, в увеличении числа сигналов визуального способа общения, в переходе от преимущественного ольфакторного (обонятельного) канала связи к оптическому.

Организация зрительной системы допускает и предусматривает возможность индивидуальной перестройки основных свойств глаза под влиянием окружающей обстановки. Сочетание врождённых, генетически заданных структур органа, с индивидуально приобретёнными создаёт наиболее благоприятную ситуацию для адекватного приспособления зрительной системы животных разных систематических групп к условиям их обитания.

Изменения органа зрения обусловлены не только внешними факторами, и его строение зависит не только от жёстких требований, которые среда предъявляет любому эктосоматическому органу, в особенности анализаторам, но и сопровождается прогрессивными преобразованиями в ряде морфофизиологических систем. Изменения органа зрения подчиняются общим принципам филогенетических изменений органов в связи с их функциями.

Вопрос об особенностях структурно-функциональной организации органа зрения отдельных групп животных давно разрабатывается многими зарубежными и отечественными учеными.

Изучением органа зрения птиц занимались такие ученые как А.А. Шляпникова (2013); К.В. Авилова (1973); Т.А. Скворцова (1960) и др. Органы зрения млекопитающих были изучены в разные годы В.П. Боровягиным (1972); В.И. Гусельниковым (1965) и др. [1–5].

Данные различных авторов противоречивы, что указывает на необходимость дальнейшего изучения особенностей формирования органа зрения.

В связи с вышеизложенным вопрос сравнительной оценки органа зрения птиц и млекопитающих как параллельной ветви эволюции является весьма актуальным.

Цель исследования: основываясь на сравнительно-морфофизиологическом анализе, выявить характер структурно-функционального разнообразия, а также пути и закономерности преобразования органа зрения у позвоночных различных классов.

Для реализации поставленной цели необходимо решение ряда конкретных **задач**.

На анатомическом уровне выявить основные различия в строении органа зрения позвоночных животных, относящихся различным классам.

Проанализировать строение, форму, размеры глазного яблока, хрусталика.

Определить и обосновать внутрigrупповые и междугрупповые морфологические критерии различий между основными параметрами глаза.

Материал и методы исследования. Материалом для исследования послужили глазные яблоки животных разных систематических групп: птицы (утка) – $n = 6$, млекопитающие (овца) – $n = 6$.

Научное обоснование структурных преобразований органа зрения позвоночных животных определило целесообразность использования комплексного методического подхода, включающего: анатомическое вскрытие, тонкое анатомическое препарирование, морфометрию и стандартную статистическую обработку полученного материала.

У млекопитающих среднего размера глазное яблоко извлекают остроконечными, изогнутыми ножницами, вставив их по краю глазной орбиты. На дне орбиты глаза перерезают глазной нерв с мускулатурой и вытягивают пинцетом слизистую оболочку, связанную с глазным яблоком и веком. Чтобы отделить глаз от шкуры, его оттягивают вверх до появления прозрачной, близко расположенной к глазному яблоку, полости слизистой, которую отрезают.

Объём глазного яблока и хрусталика измеряли при помощи мензурки, а массу хрусталика и глазного яблока – с помощью микровесов.

Перед исследованием проводили калибровку морфометрической техники, которая была необходима для перевода результатов измерений из условных единиц (пикселей) в стандартные (микрометры) и осуществлялись при помощи объект-микрометра ОМО с ценой деления 0,5 мм (ЛОМО, 1980).

Для морфометрии в программе Adobe Photoshop С85 использовался инструмент «Линейка».

Производили измерения массы глазного яблока (г), объёма глазного яблока (мл), объёма хрусталика (мл), диаметра хрусталика (мл), диаметра глазного яблока (мл), массы тела (г).

Названия анатомических структур и образований приведены в соответствии с Международной (Парижской) анатомической номенклатурой, уточнённой на международных конгрессах, а русские эквиваленты – по 5-й редакции Международной ветеринарной анатомической номенклатуры (Н.В. Зеленецкий, 2013; Г.М. Удовин, 1980; *Nomina Anatomica Veterinaria*, 1994) [6–8].

Цифровой материал, полученный в процессе исследования, обрабатывался методом вариацион-

ной статистики на компьютере с использованием стандартной программы Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых показателей оценивалась по t-критерию Стьюдента (Г.Ф. Лакин, 1990; Н.В. Садовский, 1975) [9, 10].

Представленная работа является итогом научных исследований, проводившихся в течение 2013 – 2016 гг. на базе кафедры зоологии и физиологии человека и животных ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет».

Результаты исследования. На основе выполненной работы исследован характер структурного разнообразия глаза позвоночных животных и выявлены основные пути и закономерности преобразования глаза и его частей у животных различных систематических групп, представляющих широкий спектр эволюционной и экологической специализации.

В результате проведённого исследования были получены уточняющие данные, детализирующие особенности строения глаза, а также расширяющие уже известные представления о структурно-функциональных особенностях позвоночных животных, являющихся параллельными ветвями эволюции.

Были определены морфометрические показатели и рассчитаны морфофизиологические индексы глаза птиц и млекопитающих, позволяющие оценить структурно-функциональные особенности органа зрения животных, представляющих параллельные ветви эволюции.

Птицы в сравнении с млекопитающими имеют относительно больший хрусталик как по его массе, так и по объёму – в 7,96 и 24,8 раза соответственно, что свидетельствует о возрастании роли зрения в данной группе животных.

Анализ коэффициента вариации, свидетельствующего о степени (силе) отклонения показателя от его среднего значения, показал, что наиболее консервативными (структурно-стабильными) показателями глаза птиц являются масса и объём глазного яблока ($C_{v\%} = 14,3; 15,06$), а у млекопитающих – масса хрусталика и масса глазного яблока ($C_{v\%} = 0,465; 3,41$) (рис. 1).

Функциональную динамику глаза определяют параметры: для птиц – объём хрусталика ($C_{v\%} = 36,9$) и для млекопитающих – диаметр глазного яблока ($C_{v\%} = 11,7$).

Установлено, что у птиц глаз как орган функционально более динамичен в сравнении с млекопитающими, а его структурные перестройки будут определяться изменением объема хрусталика (табл. 1, 2).

Анализ корреляционных матриц, определяющих степень взаимозависимости показателей, выявил, что у птиц коэффициент корреляции варьирует в интервале от 0,958 до 0,985, у млекопитающих – в интервале от 0,997 до 0,999 (табл. 3, 4).

1. Морфометрические показатели глаза птиц (на примере утки) и млекопитающих (на примере барана/степной пищухи/хомячка Эверсмана)

Показатель	Птицы		Млекопитающие	
	X±Sx	C _v %	X±Sx	C _v %
Масса глазного яблока, г	1,168 ± 0,068	14,3	16,58 ± 0,4	3,41
			0,089 ± 0,002	3,37
			0,053 ± 0,001	1,89
Объём глазного яблока, мл	0,352 ± 0,021	15,06	12,0 ± 1,00	11,8
			0,062 ± -,030	67,7
			0,062 ± 0,002	4,84
Объём хрусталика, мл	0,157 ± 0,024	36,9	0,215 ± 0,015	9,77
Масса хрусталика, г	0,851 ± 0,112	33,3	1,505 ± 0,005	0,465
Диаметр глазного яблока, мм	-	-	9,64 ± 0,08	11,7
Диаметр хрусталика, мм	-	-	4,6 ± 0,1	3,07

2. Морфофизиологические индексы глаза птиц (на примере утки) и млекопитающих (на примере барана/степной пищухи/хомячка Эверсмана)

Индексы	Птицы	Млекопитающие
Масса хрусталика/масса глазного яблока	0,724	0,091
Объём хрусталика/объём глазного яблока	0,446	0,018
Диаметр хрусталика/диаметр глазного яблока	-	0,477

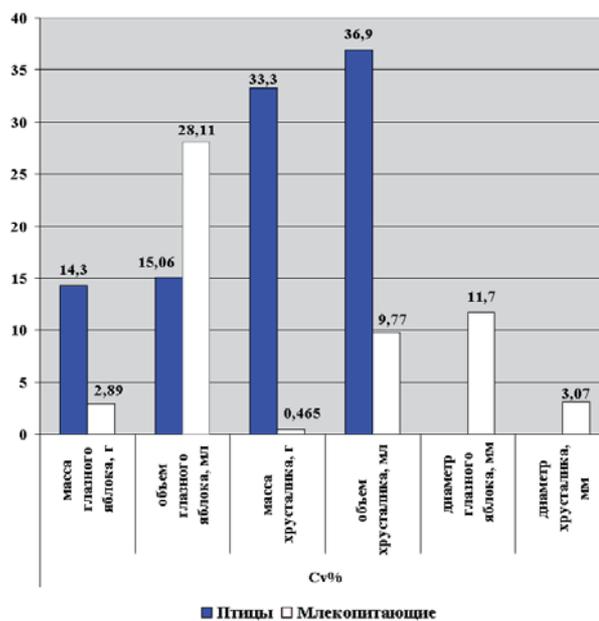


Рис. 1 – Показатели вариабельности основных морфометрических параметров глаза птиц и млекопитающих

Среднее значение взаимозависимостей показателей птиц составляло 2,89, а у млекопитающих – 3,0, что незначительно выше – в 1,04 раза. Данный факт свидетельствует о довольно высокой напряжённости органа зрения в процессе его функционирования как единой целостной системы как у птиц, так и у млекопитающих.

3. Корреляционная матрица морфометрических показателей глаза птиц (утки)

Показатель	МГЯ, г	ОГЯ, мл	МХ, г	ОХ, мл
МГЯ, г	-	0,972	0,958	0,985
ОГЯ, мл	0,972	-	0,927	0,981
МХ, г	0,958	0,927	-	0,974
ОХ, мл	0,985	0,981	0,974	-
Уровень взаимозависимостей	2,915	2,881	2,859	2,940
	3	2	1	4
Напряжённость системы	2,89			
Стабильность системы	0			

Примечание (здесь и далее): масса глазного яблока – МГЯ (г), объём глазного яблока – ОГЯ (мл), масса хрусталика – МХ (г), объём хрусталика – ОХ (мл)

4. Корреляционная матрица морфометрических показателей глаза млекопитающих

Показатель	МГЯ, г	ОГЯ, мл	МХ, г	ОХ, мл
МГЯ, г	-	0,997	0,999	0,999
ОГЯ, мл	0,997	-	0,999	0,999
МХ, г	0,999	0,999	-	0,999
ОХ, мл	0,999	0,999	0,999	-
Уровень взаимозависимостей	2,995	2,995	2,997	2,997
	1	2	3	4
Напряжённость системы	3,00			
Стабильность системы	0			

Согласно установленному порядку взаимозависимостей параметров выявлено приоритетное значение объёма хрусталика как определяющего показателя в ходе эволюционных морфофизиологических преобразований глаза как для птиц, так и для млекопитающих (рис. 2, 3).

Выводы

В результате проведённого исследования были определены морфометрические особенности органа зрения животных разных таксономических групп. Среднее значение коэффициента вариации показателей органа зрения как целостной функциональной структуры составило у птиц 24,9%, у млекопитающих – 11,9%, что свидетельствует о сохранении функционального потенциала для адапционных экологических и эволюционных перестроек глаза птиц.

Среднее значение взаимозависимостей показателей у птиц составило 2,89 и у млекопитающих – 3,0, что свидетельствует о снижении общей напряжённости органа зрения птиц как единой целостной системы в процессе его функционирования.

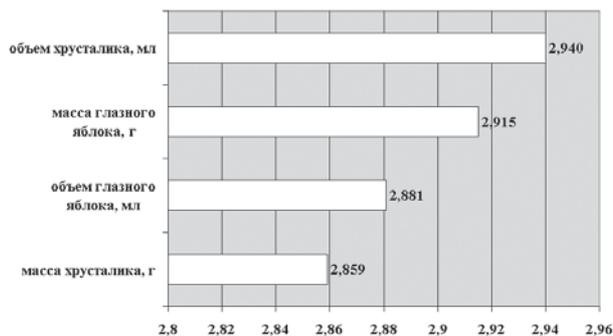


Рис. 2 – Порядок взаимозависимостей морфометрических показателей глаза птиц

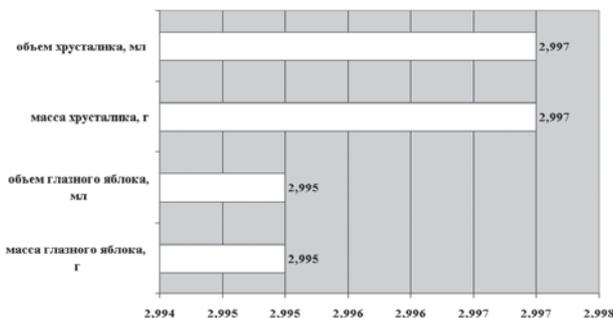


Рис. 3 – Порядок взаимозависимостей морфометрических показателей глаза млекопитающих

Морфофункциональные преобразования глаза независимо от таксономической принадлежности животных определяются параметром – объём хрусталика.

В качестве биологических индикаторов могут быть использованы такие морфометрические характеристики глаза как объём хрусталика и масса глазного яблока – структур функционально более динамичных и, следовательно, в большей степени подверженных изменениям под действием внешних и внутренних факторов.

Литература

1. Авилова К.В., Корнеева Т.М. Некоторые эколого-морфологические особенности глаза чайковых и чистиковых птиц // Зоологический журнал. 1973. Т. 52. Вып. 10. С. 130–133.
2. Боровягин В.П. Зрение высших позвоночных животных. М.: Изд-во МГУ, 1972. 86 с.
3. Гусельников В.И. Электрофизиологические исследования анализаторных систем в филогенезе позвоночных. М.: Изд-во МГУ, 1965.
4. Скворцова Т.А. Величина и строение зрительного анализатора птиц в связи с образом жизни // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1960. Т. 38. № 4. С. 54–59.
5. Шляпникова А.А. Морфологические особенности органа зрения у сельскохозяйственных птиц // Вклад молодых учёных в аграрную науку: сб. науч. трудов. Самара: РИЦ СГСХА, 2013. С. 91–95.
6. Зеленевский Н.В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. Nomina Anatomica Veterinaria (Пятая редакция): учеб. для вузов / пер. и рус. терминология Н.В. Зеленевского. СПб.: Лань, 2013.
7. Удовин Г.М. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. М.: Наука, 1979. Т. 1. 130 с.
8. Nomina anatomica veterinaria. Z rich: The Committees, 1994.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. С. 13–124.
10. Садовский Н.В. Константные методы математической обработки количественных показателей // Ветеринария. 1975. № 11. С. 42–46.