

ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТониКИ ПЛЩА КОНЕЧНОГО МОЗГА У ПЛОТОЯДНЫХ

Д.Е. Кудрявцева, аспирант

О.В. Распутина, доктор ветеринарных наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: kudryavceva.darya.99@mail.ru

Ключевые слова: сравнительная нейроанатомия, конечный мозг, полушария большого мозга, плащ, борозды, извилины, плотоядные млекопитающие.

Реферат. В статье представлены результаты исследований по изучению архитектоники поверхности плаща конечного мозга у американских норок генотипа *Standard dark brown* (+/+) клеточного содержания, домашних кошек и серебристо-черных лисиц клеточного содержания. Исследования проведены на кафедре акушерства, анатомии и гистологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ и на базе экспериментальной зверофермы Института цитологии и генетики СО РАН в период с 2018 по 2023 гг. В период исследований проводили макроскопическое изучение и морфометрию структур головного мозга. Было установлено, что отделы головного мозга и плащ конечного мозга имеют общее строение с другими плотоядными млекопитающими, однако имеются видовые отличия в архитектонике плаща. Общими бороздами у исследуемых животных являлись *s. presylvius*, *s. cruciatus*, *s. ansatus*, *s. coronalis*, *s. marginalis* (*sagittalis*), *s. suprasylvius*, *s. rhinalis lateralis*, *s. corporis callosi*, *s. splenialis*, *s. genualis* и *fissura pseudosylvia*, а извилинами – *g. marginalis*, *g. precruciatu*, *g. postcruciatu*, *g. ectosylvius*, *g. olfactorius lateralis*, *g. olfactorius medialis*, *g. cinguli* и *g. genualis*. У американских норок к видоспецифичным бороздам и извилинам относятся *g. proreus*, *g. suprasylvius* и *g. coronalis*, у домашней кошки – *s. diagonalis*, *s. suprasplenialis* и *g. splenialis*, а у серебристо-черной лисицы – *s. postcruciatu*, *s. proreus* (*orbitalis*), *s. ectomarginalis*, *s. ectogenualis* и *g. ectogenualis*. Помимо этого, у животных имеется видоспецифичное подразделение борозд и извилин, а также отсутствие некоторых из них. Абсолютная масса мозга у американской норки составила $9,19 \pm 0,22$ г, у домашней кошки – $28,65 \pm 0,78$ г, а у серебристо-черной лисицы – $53,57 \pm 0,7$ г. Различий между размерами правого и левого полушария не выявлено.

SPECIES FEATURES OF THE ARCHITECTONICS PALLIUM OF THE TELENCEPHALON IN CARNIVORES

D.E. Kudryavtseva, postgraduate student

O.V. Rasputina, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: kudryavceva.darya.99@mail.ru

Keywords: comparative neuroanatomy, telencephalon, cerebral hemispheres, pallium, sulcus, gyrus, carnivorous mammals.

Abstract. The article presents the results of studies on the architectonics surface pallium of the telencephalon in American minks of *Standard dark brown* genotype (+/+) of cage-keeping, domestic cats and silver-black foxes of cage-keeping. The studies were carried out at the Department of Obstetrics, Anatomy and Histology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Novosibirsk State Agrarian University and based on the experimental fur farm of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences during 2018-2023. Macroscopic examinations and morphometry of brain structures were performed during the study period. Brain sections and telencephalon pallium were found to share a common structure with other carnivorous mammals, but there are species differences in the architectonics of the pallium. The common sulcus in the animals studied were the *s. presylvius*, *s. cruciatus*, *s. ansatus*, *s. coronalis*, *s. marginalis* (*sagittalis*), *s. suprasylvius*, *s. rhinalis lateralis*, *s. corporis callosi*, *s. splenialis*, *s. genualis* and *fissura pseudosylvia*, and the gyrus – *g. marginalis*, *g. precruciatu*, *g. postcruciatu*, *g. ectosylvius*, *g. olfactorius lateralis*, *g. olfactorius medialis*, *g. cinguli* and *g. genualis*. In the American mink species-specific sulcus and gyrus include *g. proreus*, *g. suprasylvius* and *g. coronalis*, in the domestic cat – *s. diagonalis*, *s. suprasplenialis* and *g. splenialis*, and in the silver-black fox – *s. postcruciatu*, *s. proreus* (*orbitalis*), *s. ectomarginalis*, *s. ectogenualis*

and g. ectogenualis. In addition, animals have species-specific subdivision of sulcus and gyrus, as well as the absence of some of them. The absolute brain mass in the American mink was 9.19 ± 0.22 g, 28.65 ± 0.78 g in the domestic cat, and 53.57 ± 0.7 g in the silver-black fox. No differences were found between right and left hemisphere sizes.

Изучение структурной организации мозга на основе исследования его макро- и микроскопического строения всегда привлекало внимание как морфологов, так и клиницистов [1].

Головной мозг – орган центральной нервной системы, который поперечной щелью делится на два отдела: большой мозг и ромбовидный мозг. Большой мозг состоит из конечного, промежуточного и среднего мозга, а ромбовидный – из заднего и продолговатого мозга [2].

Эволюционное развитие головного мозга шло по пути увеличения площади коры полушарий большого мозга (теленцефализации) за счет развития складчатости плаща путем образования борозд [3–5], в связи с этим конечный мозг является важнейшим отделом головного мозга млекопитающих [6]. Он состоит из полушарий большого мозга, в которых различают плащ, обонятельный мозг, базальные ядра, мозолистое тело и боковые желудочки [2, 7].

Плащ несет борозды и извилины, которые у разных видов млекопитающих располагаются неодинаково [7, 8]. В зависимости от вида и размера животного плащ конечного мозга может быть гладким (лиссэнцефальным, *lissencephali*) и с наличием борозд и извилин (гирэнцефальным, *gyrencephali*) [8]. У лошадей извилин больше, чем у рогатого скота. У собак можно различить борозды, свойственные для лошади домашней, а также представителей семейства свиней и подотряда жвачных. У свињи извилины на поверхности плаща выражены менее четко, чем у хищных. У мелких животных извилины вообще отсутствуют [5, 7]. Так, количество извилин у всеядных и жвачных значительно превышает количество извилин у плотоядных [9]. У плотоядных и копытных млекопитающих извилины в основном идут дугами вокруг поперечной сильвиевой борозды (у хищных – псевдосильвиевой борозды), у приматов извилины образуют две системы – лобную и теменную, которые разделены сильвиевой бороздой. В силу сказанного абсолютная гомологизация борозд и извилин между животными разных

отрядов крайне затруднительна, а в отдельных случаях может быть и невозможна [8].

Борозды конечного мозга у плотоядных млекопитающих имеют схожий рисунок, характерный для отряда Carnivora, однако борозды видоспецифичны, при этом имеется незначительная индивидуальная вариабельность [9–17]. По данным А.В. Прусакова и Н.В. Зеленовского [5, 12], у домашней собаки и кошки, а также европейской рыси есть крестовидная, петлевидная и венечная борозды, не свойственные кроликам, лошадям, свиньям, рогатому скоту. Их относят к облигатным бороздам для плотоядных.

Материал, в котором описывается архитекtonика плаща конечного мозга у разных видов животных, по большей части относится к учебной литературе, которая содержит усредненные, а порой противоречивые данные. Кроме того, черно-белые схемы, обычно приведенные в изданиях, не дают полного представления об исследуемых структурах. В имеющихся публикациях содержатся данные о видовых особенностях, которые не представлены визуально (в виде фотографий, атласов). По некоторым животным, в частности лисицам и американским норкам, данные практически полностью отсутствуют, в связи с этим для идентификации борозд и извилин приходится опираться на данные таковых у близкородственных видов: для лисиц – это домашняя собака, а для американских норок – хорек [18–20]. Кроме того, до сих пор нет единого мнения об особенностях и количестве борозд и извилин у разных представителей млекопитающих, а названия борозд и извилин вовсе базируются на гуманитарной анатомии. Таким образом, вышесказанное актуализирует необходимость более глубокого макроморфологического изучения конечного мозга.

Цель исследований – изучение видовых особенностей борозд и извилин плаща у американской норки, домашней кошки и серебристо-черной лисицы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были проведены на кафедре акушерства, анатомии и гистологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ и на базе экспериментальной зверофермы Института цитологии и генетики СО РАН в период с 2018 по 2023 гг.

Объектом исследований являлись американские норки генотипа Standard dark brown (+/+) клеточного содержания ($n = 12$), беспородные домашние кошки ($n = 10$) и серебристо-черные лисицы клеточного содержания ($n = 6$).

Предметом исследований является головной мозг животных.

Макроскопическое исследование головного мозга проводили на выделенных препаратах, фиксированных в 10%-м забуференном растворе нейтрального формалина. Абсолютную массу головного мозга определяли с помощью электронных весов Ohaus Scout Pro SPS602F с точностью 0,01 г. Линейные размеры полушарий большого мозга (длина и ширина в трех точках измерения) определялись с помощью цифрового штангенциркуля ЗУБР 14463-150 с точностью 0,01 мм. Изучение архитектоники борозд и извилин плаща конечного мозга осуществляли по фиксированным препаратам с дорсальной, латеральной, вентральной и медиальной поверхности. Фотосъемку проводили

цифровым фотоаппаратом Sony A6000 (разрешение 24,3 МПикс). Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Форма конечного мозга и масса головного мозга у разных животных имеет видовые особенности. По результатам исследований, масса головного мозга у американской норки в среднем составила $9,19 \pm 0,22$ г, у домашней кошки – $28,65 \pm 0,78$ г, а у серебристо-черной лисицы – $53,57 \pm 0,7$ г. У кошек с дорсальной поверхности конечный мозг имеет округлую форму, у лисиц и норок – грушевидную, а с латеральной поверхности у всех исследуемых животных форма конечного мозга треугольная. У лисиц и норок по сравнению с кошкой полушария длиннее, также прослеживается ростральное сужение в области обонятельных луковиц и латеральной борозды.

При линейных измерениях правого и левого полушария (длина и ширина в трех точках измерения) было установлено, что их размеры зависят от видовой принадлежности, межполушарной асимметрии не выявлено (табл. 1).

Таблица 1

Длина и ширина полушарий большого мозга исследуемых видов животных
Length and width of the cerebral hemispheres of the studied animal species

Вид	Полушарие	Длина, мм	Ширина, мм		
			Sulcus cruciatus	Fissura pseudosylvia	Gyrus ectosylvius
Американская норка	Левое	$28,83 \pm 0,47$	$6,17 \pm 0,21$	$8,17 \pm 0,21$	$10,83 \pm 0,27$
	Правое	$28,92 \pm 0,73$	$6,0 \pm 0,25$	$8,33 \pm 0,28$	$10,83 \pm 0,29$
			Sulcus coronalis	Sulcus ectosylvius	Gyrus ectosylvius
Домашняя кошка	Левое	$37,69 \pm 0,91$	$12,63 \pm 0,21$	$16,69 \pm 0,13$	$20,69 \pm 0,61$
	Правое	$37,81 \pm 1,08$	$12,56 \pm 0,39$	$16,63 \pm 0,26$	$20,5 \pm 0,37$
			Sulcus presylvius	Fissura pseudosylvia	Gyrus ectosylvius
Серебристо-черная лисица	Левое	$58,2 \pm 0,5$	$9,4 \pm 0,4$	$19,6 \pm 0,5$	$23,6 \pm 0,5$
	Правое	$58,6 \pm 0,68$	$9,0 \pm 0,55$	$19,8 \pm 0,37$	$24,1 \pm 0,33$

При исследовании архитектоники плаща было установлено, что у животных имеются как

постоянные (характерны для отряда Carnivora), так и видоспецифичные борозды и извилины.

С дорсальной поверхности борозды и извилины идут в продольном, диагональном и поперечном направлении. Общими для исследуемых животных бороздами (sulcus, s.) являются s. presylvius, s. cruciatus, s. ansatus, s. coronalis, s. marginalis (sagittalis) и s. suprasylvius с одноименными извилинами (gyrus, g.) – g. ectosylvius, g. precruciat, g. postcruciat, g. marginalis и g. suprasylvius.

У серебристо-черных лисиц поверхность конечного мозга схожа с таковой у собак [11, 13], борозд и соответственно извилин на поверхности плаща больше, чем у норок и кошек. У лисиц, как и у собак, имеются s. proreus (orbitalis), s. postcruciat и s. ectomarginalis. У американских норок отсутствует g. ectomarginalis, как и у лисиц присутствует g. proreus (рис. 1).

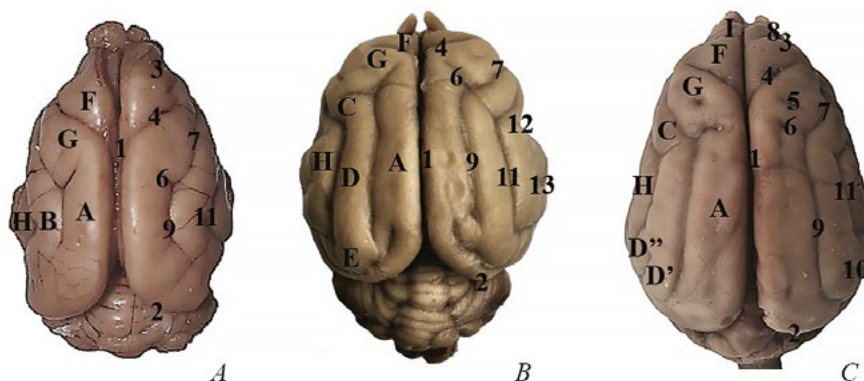


Рис. 1. Борозды и извилины американской норки (а), домашней кошки (б) и серебристо-черной лисицы (с) с дорсальной поверхности:

Sulci and gyri of the American mink (a), domestic cat (b) and silver-black fox (c) from the dorsal surface:

1 – fissura longitudinalis cerebri; 2 – fissura transversa cerebri; 3 – sulcus presylvius; 4 – sulcus cruciatus; 5 – sulcus postcruciat; 6 – sulcus ansatus; 7 – sulcus coronalis; 8 – sulcus proreus (orbitalis); 9 – sulcus marginalis (sagittalis); 10 – sulcus ectomarginalis; 11 – sulcus suprasylvius; 12 – sulcus ectosylvius rostralis; 13 – sulcus ectosylvius caudalis; A – gyrus marginalis; B – gyrus suprasylvius; C – gyrus ectomarginalis rostralis; D – gyrus ectomarginalis medius; D' – gyrus ectomarginalis medius, pars medialis; D'' – gyrus ectomarginalis medius, pars lateralis; E – gyrus ectomarginalis caudalis; F – gyrus precruciat; G – gyrus postcruciat; H – gyrus ectosylvius; I – gyrus proreus

Борозды и извилины с латеральной поверхности идут дугообразно и в дорсовентральном направлении. В отличие от копытных животных и человека fissura sylvia (lateralis cerebri) у плотоядных называется fissura pseudosylvia.

У лисиц, как и у собак, имеются все три дуговые борозды (s. ectosylvius, s. suprasylvius и s. marginalis (sagittalis)) [13]. Однако при этом у А.Ф. Климова и А.И. Акаевского [21], А.В. Прусакова [22] и Д.А. Андреевой [9] третьей дуговой бороздой у собак является s. ectomarginalis, которая в работах Б. Фольмерхауса и др. [23] и К. Czeibert et al. [24] не является дуговой и располагается латеральнее s. marginalis (sagittalis), а в работах Ю.Ф. Юдичева и др. [8] выделены s. marginalis (sagittalis) и лежащие выше и ниже s. ecto- et endomargianilis. По данным А.В. Прусакова и Н.В. Зеленецкого [5], s. presylvius у собак отсутствует, хотя в других источниках авторы ее выделяют [8, 21, 23, 24]. У лисиц в нашем исследовании конечный мозг

схож с таковым у собак [11, 13], и s. presylvius присутствует. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что борозды и извилины не только видоспецифичны, но и имеют при этом индивидуальную внутривидовую вариабельность.

У лисиц, в отличие от кошек, g. ectomarginalis medius за счет s. ectomarginalis делится на pars medialis и pars lateralis, а g. ectomarginalis caudalis видна только с латеральной поверхности, которая у американских норок отсутствует (вся извилина), а у кошек просматривается как с дорсальной, так и с латеральной поверхности.

У лисиц и кошек выделяют g. compositus rostralis и caudalis.

У кошек s. ectomarginalis отсутствует, s. presylvius видна только с латеральной поверхности, тогда как у норок и лисиц как с латеральной, так и с дорсальной поверхности. S. coronalis не связана с s. marginalis (sagittalis), т.е. не является ее продолжением в отличие от норок и лисиц.

По сравнению с лисицей *s. ectosylvius* у кошек не дуговая, а прерывистая и делится тем самым на роstralную и каудальную части. Также у кошек *g. sylvius* по сравнению с лисицей (у норок она отсутствует) делится на *g. sylvius rostralis*, *g. intersylvius* и *g. sylvius caudalis*. Из

исследуемых животных только у кошек имеется *s. diagonalis* [13, 15–17].

У норок выделяют *g. coronalis* и *g. suprasylvius*, при этом отсутствует *s. ectosylvius* и *g. sylvius*. В отличие от лисиц и кошек *g. ectosylvius* у норок подразделяется на роstralную и каудальную часть (рис. 2).

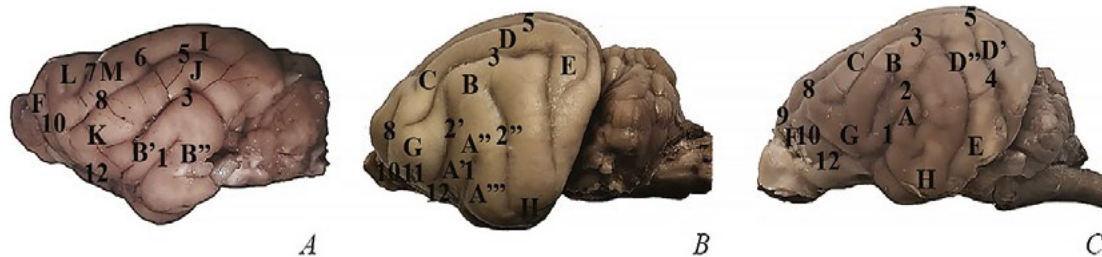


Рис. 2. Борозды и извилины американской норки (а), домашней кошки (б) и серебристо-черной лисицы (с) с латеральной поверхности:

Sulci and gyri of the American mink (a), domestic cat (б) and silver-black fox (c) from the lateral surface:

1 – fissura pseudosylvia; 2 – sulcus ectosylvius; 2' – sulcus ectosylvius rostralis; 2'' – sulcus ectosylvius caudalis; 3 – sulcus suprasylvius; 4 – sulcus ectomarginalis; 5 – sulcus marginalis (sagittalis); 6 – sulcus ansatus; 7 – sulcus cruciatus; 8 – sulcus coronalis; 9 – sulcus proreus (orbitalis); 10 – sulcus presylvius; 11 – sulcus diagonalis; 12 – sulcus rhinalis lateralis; A – gyrus sylvius; A' – gyrus sylvius rostralis; A'' – gyrus intersylvius; A''' – gyrus sylvius caudalis; B – gyrus ectosylvius; B' – gyrus ectosylvius rostralis; B'' – gyrus ectosylvius caudalis; C – gyrus ectomarginalis rostralis; D – gyrus ectomarginalis medius; D' – gyrus ectomarginalis medius, pars medialis; D'' – gyrus ectomarginalis medius, pars lateralis; E – gyrus ectomarginalis caudalis; F – gyrus proreus; G – gyrus compositus rostralis; H – gyrus compositus caudalis; I – gyrus marginalis; J – gyrus suprasylvius; K – gyrus coronalis; L – gyrus precruciat; M – gyrus postcruciat

С вентральной поверхности конечного мозга борозд и извилин мало, они идут в краниокаудальном направлении. У всех животных просматриваются *s. presylvius*, *s. rhinalis lateralis*, *g. olfactorius lateralis* и *g. olfactorius medialis*. У

кошек и лисиц видны *g. compositus rostralis* и *caudalis*, заходящие с латеральной поверхности. У кошек на вентральную поверхность заходит *s. coronalis*, а также отсутствующая у других животных *s. diagonalis* (рис. 3).

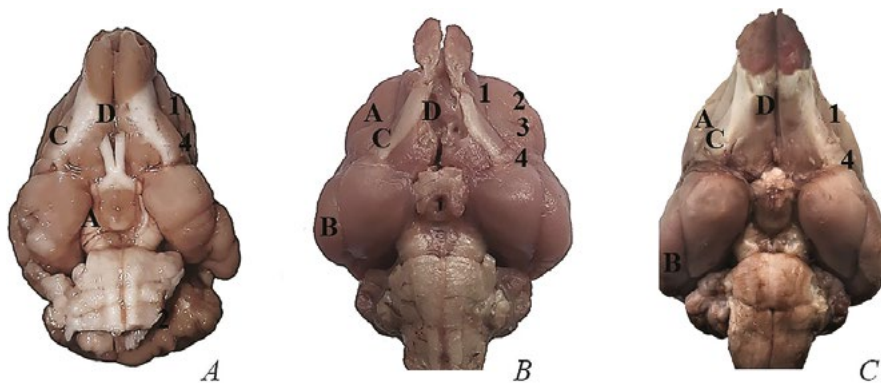


Рис. 3. Борозды и извилины американской норки (а), домашней кошки (б) и серебристо-черной лисицы (с) с вентральной поверхности:

Sulci and gyri of the American mink (a), domestic cat (б) and silver-black fox (c) from the ventral surface:

1 – sulcus presylvius; 2 – sulcus coronalis; 3 – sulcus diagonalis; 4 – sulcus rhinalis lateralis; A – gyrus compositus rostralis; B – gyrus compositus caudalis; C – gyrus olfactorius lateralis; D – gyrus olfactorius medialis

С медиальной поверхности у всех животных имеются дугообразные *s. corporis callosi*, *s. splenialis* и *s. genualis*, а также заходящая с дорсальной поверхности *s. cruciatus*, которая у кошек не связана с *s. splenialis*. Общими извилинами медиальной поверхности являются

g. marginalis, *g. cinguli* и *g. genualis*. При этом у кошек и собак с данной поверхности полушарий располагаются *s. suprasplenialis* и *g. splenialis*, которых нет у норок и лисиц [13]. У лисиц, как и у собак, есть *s.* и *g. ectogenualis* (рис. 4).

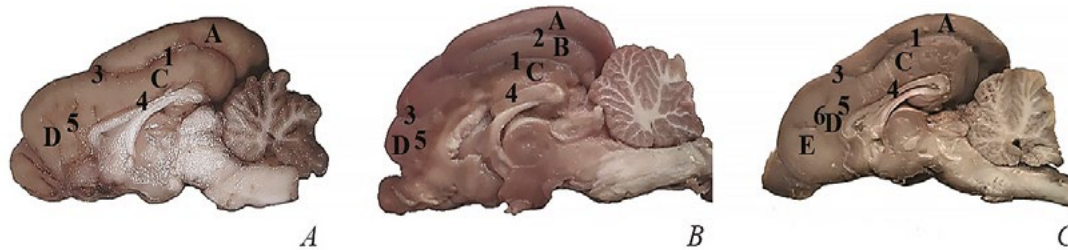


Рис. 4. Борозды и извилины американской норки (а), домашней кошки (б) и серебристо-черной лисицы (с) с медиальной поверхности:

Sulci and gyri of the American mink (a), domestic cat (б) and silver-black fox (c) from the medial surface:

1 – sulcus splenialis; 2 – sulcus suprasplenialis; 3 – sulcus cruciatus; 4 – sulcus corporis callosi; 5 – sulcus genualis; 6 – sulcus ectogenualis; A – gyrus marginalis; B – gyrus splenialis; C – gyrus cinguli; D – gyrus genualis; E – gyrus ectogenualis

Выявленные в процессе проведенного исследования борозды и извилины конечного мозга животных в большинстве совпадают с бороздами и извилинами, выявленными ранее другими учеными.

Результаты, полученные нами, согласуются с исследованиями А.В. Прусакова [12] в том,

что усложнение архитектоники конечного мозга филогенетически детерминировано увеличением поверхности коры большого мозга и коррелирует с возрастанием массы тела животного. Это подтверждают наши данные, отражающие вид животного и количество у него борозд и извилин (табл. 2).

Таблица 2

Количество борозд и извилин плаща конечного мозга в зависимости от вида животного
Number of sulcus and gyrus of the telencephalon pallium depending on the animal species

Вид	Кол-во борозд и извилин плаща конечного мозга, шт.	
	sulcus	gyrus
Американская норка	14	13
Домашняя кошка	17	17
Серебристо-черная лисица	18	17

Таким образом, была установлена абсолютная масса головного мозга, линейные показатели полушарий и видовые особенности распределения борозд и извилин плаща конечного мозга животных, которые требуют дальнейшего изучения.

ВЫВОДЫ

1. Абсолютная масса мозга у американской норки составила $9,19 \pm 0,22$ г, у домашней

кошки – $28,65 \pm 0,78$ г, а у серебристо-черной лисицы – $53,57 \pm 0,7$ г.

2. Различий между линейными измерениями правого и левого полушария у исследуемых животных не выявлено.

3. У американских норок количество борозд составляет 14 шт., извилин – 13 шт., у кошек по 17 шт., у лисиц 18 и 17 шт. соответственно.

4. Общими бороздами плаща являлись *s. presylvius*, *s. cruciatus*, *s. ansatus*, *s. coronalis*, *s. marginalis* (sagittalis), *s. suprasylvius*, *s. rhinalis*

lateralis, s. corporis callosi, s. splenialis, s. genualis и fissura pseudosylvian.

5. Общими извилинами плаща являлись g. marginalis, g. precruciat, g. postcruciat, g. ectosylvius, g. olfactorius lateralis, g. olfactorius medialis, g. cinguli и g. genualis.

6. У американской норки к видоспецифичным извилинам относятся g. proreus, g. suprasylvius и g. coronalis, при этом отсутствуют s. ectosylvius, g. ectomarginalis, g. sylvius, g. compositus rostralis и g. compositus caudalis. В отличие от кошек и лисиц g. ectosylvius американской норки подразделяется на g. ectosylvius rostralis и g. ectosylvius caudalis.

7. У домашней кошки видоспецифичными бороздами и извилинами являются s. diagonalis, s. suprasplenialis и g. splenialis. В отличие от лисиц s. ectosylvius подразделяется на s. ectosylvius rostralis и s. ectosylvius caudalis, а g. sylvius на g. sylvius rostralis, g. intersylvius и g. sylvius caudalis.

8. У серебристо-черной лисицы к видоспецифичным относятся следующие борозды и извилины: s. postcruciat, s. proreus (orbitalis), s. ectomarginalis, s. ectogenualis и g. ectogenualis. В отличие от кошек g. ectomarginalis medius за счет s. ectomarginalis делится на pars medialis и pars lateralis.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Архитектоника коры мозга человека: МРТ-атлас* / И.Н. Боголепова, М.В. Кротенкова, Л.И. Малофеева [и др.]. – М.: Издательский холдинг «Атмосфера», 2010. – 216 с.
2. *Астапенко А.С., Шереметова Д.С.* Приготовления препарата головного мозга // Студенты – науке и практике АПК: мат-лы 105-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, 20–21 мая 2020 г. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – С. 140–141.
3. *Прусаков А.В., Зеленовский Н.В.* Архитектоника борозд и масса головного мозга жвачных // Современные проблемы и перспективы исследований в анатомии и гистологии животных: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Д.Х. Нарзиева, 31 октября – 1 ноября 2019 г. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 30–33.
4. *Прусаков А.В., Зеленовский Н.В.* Основные морфометрические показатели головного мозга хищных // Современные проблемы и перспективы исследований в анатомии и гистологии животных: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Д.Х. Нарзиева, 31 октября – 1 ноября 2019 г. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 28–30.
5. *Прусаков А.В., Зеленовский Н.В.* Архитектоника борозд большого мозга млекопитающих // Иппология и ветеринария. – 2020. – № 1 (35). – С. 81–83.
6. *Обухов Д.К., Пушина Е.В., Цехмистренко Т.А.* Эволюция конечного мозга млекопитающих // Современная нейробиология: фундаментальные исследования и практические аспекты: материалы конференции. – 2022. – С. 191–202. – DOI: 10.33184/snfipa-2022-10-19-21.
7. *Данилков Д.В., Шубина Т.П.* Развитие головного мозга у позвоночных // ОБЩЕСТВО – НАУКА – ИННОВАЦИИ: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: ООО «ОМЕГА САЙНС», 2020. – С. 168–170.
8. *Юдичев Ю.Ф., Дегтярев В.В., Гончаров А.Г.* Анатомия животных: учеб. пособие. – Т. 2. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. – 406 с.
9. *Андреева Д.А.* Топография борозд головного мозга собаки домашней // Иностранные студенты – белорусской науке: мат. VI Междунар. науч.-практ. конф. иностранных студентов и магистрантов, 20 апреля 2021 г. – Витебск: ВГАВМ, 2021. – С. 11–13.
10. *Кудрявцева Д.Е., Распутин О.В.* Анатомия головного мозга домашней кошки (*Felis silvestris catus*) // Теория и практика современной аграрной науки: сб. II Национальной (всероссийской) конференции, 26 февраля 2019 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 409–415.
11. *Кудрявцева Д.Е.* Анатомио-гистологическая характеристика головного мозга самок серебристо-черных лисиц // МНСК–2020: мат-лы 58-й Междунар. науч. студ. конф., 10–13 апреля 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2020. – С. 38.
12. *Видовые закономерности распределения борозд большого мозга у млекопитающих* / А.В. Прусаков, Н.В. Зеленовский, М.В. Щипакин [и др.] // Морфология, 2020. – Т. 157, № 2–3. – С. 174–174.

13. Распутина О.В., Кудрявцева Д.Е. Сравнительная анатомия головного мозга домашней кошки (*Felis silvestris catus*) и серебристо-черной лисицы (*Vulpes vulpes*) // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 2 (40). – С. 210–218.
14. Щербович С.М. Сравнительная анатомия некоторых извилин конечного мозга у лошадей и собак // Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых. – Витебск: ВГАВМ, 2021. – С. 160–162.
15. Кудрявцева Д.Е., Распутина О.В., Трапезов О.В. Анатомические особенности головного мозга американской норки (*Neovison vison*) ручного типа // Вопросы ветеринарной науки и практики: сборник трудов науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета, 24 марта 2022 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 38–44.
16. Кудрявцева Д.Е. Анатомия головного мозга американской норки (*Neovison vison*) МНСК–2022: мат-лы 60-й Междунар. науч. студ. конф., Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 65.
17. Кудрявцева Д.Е., Распутина О.В., Трапезов О.В. Морфология головного мозга взрослых самок американской норки клеточного содержания // Кролиководство и звероводство. – 2023. – № 3. – С. 27–35. – DOI: 10.52178/00234885_2023_3_26.
18. *Neuroanatomy of the Ferret Brain with Focus on the Cerebral Cortex* / C. Kroenke, B.D. Mills, J. Olavarria [et al.] // *Biology and Diseases of the Ferret: Third Edition*. – 2014. – P. 69–80. – DOI: 10.1002/9781118782699.ch3.
19. *Morphology investigation of the mink's brain (Mustela vison)* / V. Milanović, V. Mrvić, V. Teodorović [et al.] // *Acta Veterinaria (Beograd)*. – 2013. – Vol. 63, N 2–3. – P. 337–345. – DOI: 10.2298/AVB130337M.
20. Sawada K., Watanabe M. Development of cerebral sulci and gyri in ferrets (*Mustela putorius*) // *Congenital Anomalies*. – 2012. – N 52. – P. 168–175. – DOI: 10.1111/j.1741-4520.2012.00372.x.
21. Климов А.Ф., Акаевский А.И. Анатомия домашних животных: учеб. – 8-е изд. – СПб.: Лань, 2022. – 1040 с.
22. Прусаков А.В. Морфология головного мозга хищных млекопитающих // Инновационные тенденции развития российской науки: мат-лы XI Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 10–11 апреля 2018 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 83–86.
23. *Анатомия собаки и кошки* / Б. Фольмерхаус, Й. Фревейн, В. Амзельгрубер [и др.]; пер. с нем. Е. Болдырева, И. Кравец. – М.: «Аквариум Бук», 2003. – 580 с.
24. *Sulci of the canine brain: a review of terminology* / K. Czeibert, P. Piotti, O. Petnehazy [et al.] // *bioRxiv preprint*. – 2018. – 34 p. – DOI: 10.1101/374744.

REFERENCES

1. Bogolepova I.N., Krotchenkova M.V., Malofeeva L.I. i dr., *Arkhitektonika kory mozga cheloveka: MRT-atlas* (Architectonics of the human cerebral cortex: MRI atlas), Moscow: Izdatel'skii kholding «Atmosfera», 2010, 216 p.
2. Astapenko A.S., Sheremetova D.S., *Studenty - nauke i praktike APK* (Students - science and practice of agro-industrial complex), Proceedings of the 105th International Scientific and Practical Conference of Undergraduate and Graduate Students, May 20–21, 2020, Vitebsk: VGAVM, 2020, pp. 140–141. (In Russ.)
3. Prusakov A.V., Zelenevskii N.V., *Sovremennye problemy i perspektivy issledovaniy v anatomii i gistologii zhivotnykh* (Modern problems and prospects of research in anatomy and histology of animals), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Prof. D.H. Narziev, October 31 – November 1, 2019, Vitebsk: VGAVM, 2019, pp. 30–33. (In Russ.)
4. Prusakov A.V., Zelenevskii N.V., *Sovremennye problemy i perspektivy issledovaniy v anatomii i gistologii zhivotnykh* (Modern problems and prospects of research in anatomy and histology of animals), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Prof. D.H. Narziev, October 31 – November 1, 2019, Vitebsk: VGAVM, 2019, pp. 28–30. (In Russ.)
5. Prusakov A.V., Zelenevskii N.V., *Ippologiya i veterinariya*, 2020, No. 1 (35), pp. 81–83. (In Russ.)

6. Obukhov D.K., Pushchina E.V., Tsekhmistrenko T.A., *Sovremennaya neirobiologiya: fundamental'nye issledovaniya i prakticheskie aspekty* (Modern Neurobiology: fundamental research and practical aspects), Proceedings of the Conference, 2022, pp. 191–202, DOI: 10.33184/snfipa-2022-10-19.21. (In Russ.)
7. Danilkov D.V., Shubina T.P., *OBShCHESTVO - NAUKA – INNOVATSII* (PUBLICITY – SCIENCE – INNOVATIONS), Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Ufa: OOO “OMEGA SAINS”, 2020, pp. 168–170. (In Russ.)
8. Yudichev Yu.F., Degtyarev V.V., Goncharov A.G., *Anatomiya zhivotnykh* (Anatomy of animals), Orenburg: Izdatel'skii tsentr OGAU, 2013, 406 p.
9. Andreeva D.A., *Inostrannye studenty - belorusskoi nauke* (Foreign students - Belarusian science), Proceedings of the VI International scientific-practical conference of foreign students and graduate students, April 20, 2021, Vitebsk: VGAVM, 2021, pp. 11–13. (In Russ.)
10. Kudryavtseva D.E., Rasputina O.V., *Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki* (Theory and practice of modern agrarian science), Collection of II National (All-Russian) Conference, February 26, 2019, Novosibirsk: ITs NGAU «Zolotoi kolos», 2019, pp. 409–415. (In Russ.)
11. Kudryavtseva D.E., *MNSK-2020* (ISSC-2020), Proceedings of the 58th International Scientific Student Conference, April 10–13, 2020, Novosibirsk: Novosibirskii natsional'nyi issledovatel'skii gosudarstvennyi universitet, 2020, pp. 38. (In Russ.)
12. Prusakov A.V., Zelenevskii N.V., Shchipakin M.V. i dr., *Morfologiya*, 2020, No. 2–3 (157), pp. 174–74. (In Russ.)
13. Rasputina O.V., Kudryavtseva D.E., *Ippologiya i veterinariya*, 2021, No. 2 (40), pp. 210–218. (In Russ.)
14. Shcherbovich S.M., *Veterinarnaya meditsina v XXI veke: rol' biotekhnologii i tsifrovyykh tekhnologii* (Veterinary Medicine in the XXI century: the role of biotechnology and digital technologies), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of students, undergraduates and young scientists, February 2, 2021, Vitebsk: VGAVM, 2021, pp. 160–162. (In Russ.)
15. Kudryavtseva D.E., Rasputina O.V., Trapezev O.V., *Voprosy veterinarnoi nauki i praktiki* (Issues of veterinary science and practice), Proceedings of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of the Faculty of Veterinary Medicine, Novosibirsk State Agrarian University, March 24, 2022, Novosibirsk: ITs NGAU «Zolotoi kolos», 2022, pp. 38–44. (In Russ.)
16. Kudryavtseva D.E., *MNSK-2022* (ISSC-2022), Proceedings of the 60th International Scientific Student Conference, April 10–20, 2022, Novosibirsk: Novosibirskii natsional'nyi issledovatel'skii gosudarstvennyi universitet, 2022, pp. 65. (In Russ.)
17. Kudryavtseva D.E., Rasputina O.V., Trapezev O.V., *Krolikovodstvo i zverovodstvo*, 2023, No. 3, pp. 27–35, DOI: 10.52178/00234885_2023_3_26. (In Russ.)
18. Kroenke C., Mills B.D., Olavarria J. et al., Neuroanatomy of the Ferret Brain with Focus on the Cerebral Cortex, *Biology and Diseases of the Ferret: Third Edition*, 2014, pp. 69–80, DOI: 10.1002/9781118782699.ch3.
19. Milanović V., Mrvić V., Teodorović V. et al., Morphology investigation of the mink's brain (*Mustela vison*), *Acta Veterinaria (Beograd)*, 2013, Vol. 63, No. 2–3, pp. 337–345, DOI: 10.2298/AVB1303337M.
20. Sawada K., Watanabe M., Development of cerebral sulci and gyri in ferrets (*Mustela putorius*), *Congenital Anomalies*, 2012, No. 52, pp. 168–175, DOI: 10.1111/j.1741-4520.2012.00372.x.
21. Klimov A.F., Akaevskii A.I., *Anatomiya domashnikh zhivotnykh* (Anatomy of domestic animals), St. Petersburg: Lan', 2022, 1040 p.
22. Prusakov A.V., *Innovatsionnye tendentsii razvitiya rossiiskoi nauki* (Innovative trends in the development of Russian science), Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, April 10–11, 2018, Krasnoyarsk: Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018, pp. 83–86. (In Russ.)
23. Fol'merkhaus B., Frevein I., Amzel'gruber V. i dr., *Anatomiya sobaki i koshki* (Anatomy of the dog and cat), Moscow: AKVARIUM BUK, 2003, 580 p.
24. Czeibert K., Piotti P., Petnehazy O. et al., Sulci of the canine brain: a review of terminology, *bioRxiv preprint*, 2018, 34 p, DOI: <https://doi.org/10.1101/374744>.