

**Сравнительная характеристика строения сосудов виллизиева круга
головного мозга у человека и лабораторных животных**

Белорусский государственный медицинский университет

На 28 препаратах головного мозга животных (белая крыса, морская свинка, кролик и собака) макромикроскопически изучены вариации строения, топографии и морфометрические особенности сосудов артериального круга большого мозга (виллизиева круга). Установлены видовые особенности анатомии и биометрических характеристик сосудов артериального круга большого мозга.

Актуальность настоящего исследования обусловлена широкой распространенностью патологии сосудов головного мозга у человека. Для моделирования патологии сосудов головного мозга и влияния различных повреждающих внешнесредовых факторов на их строение используется целый ряд лабораторных животных (белая крыса, морская свинка, кролик, собака) [1-10]. Однако имеющиеся литературные данные об особенностях источников формирования и анатомии артериального круга у экспериментальных животных, в том числе и сравнительно-морфологические, малочисленны [3, 8, 9]. Работы, посвященные изучению строения и топографии сосудов виллизиева круга указанных выше животных, как правило, фрагментарны и выполнены на небольшом количестве материала. Более того, в изученной литературе приводятся противоречивые данные о строении виллизиева круга у данных видов животных [1, 4, 7], а исследования морфометрических показателей его сосудов единичны [4, 7, 8]. И в то же время важно знать, насколько морфология сосудов головного мозга у экспериментальных животных идентична таковой у человека, что определяет степень объективности экстраполяции полученных результатов эксперимента на человека. Учитывая вышеизложенное, цель настоящей работы-исследование вариантной анатомии, топографии и морфометрических характеристик сосудов виллизиева круга мозга у ряда лабораторных животных (отдельные представители отрядов грызунов, зайцеобразных и хищников).

Материал и методы

Макро-микроскопически и морфометрически изучены сосуды виллизиева круга на 28 препаратах головного мозга животных: 8-белая крыса, 8-морская свинка, 6-кролик и 6-собака. Животные использовались в соответствии с «Европейской конвенцией о защите животных, используемых для экспериментальных и других научных исследований» (Strasbourg, 1986 г.) и методическими рекомендациями «Проведение анестезиологического пособия у экспериментальных животных» (Минск, 1999 г.).

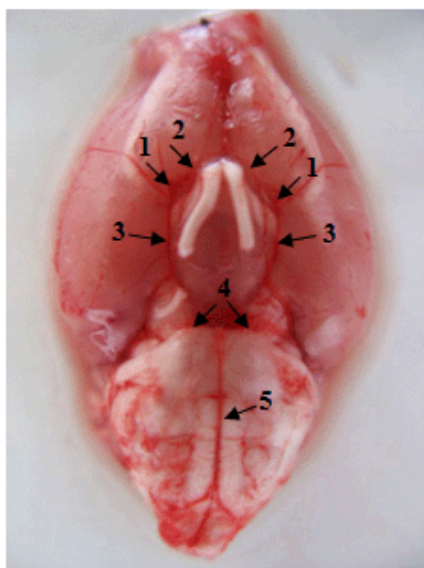
Для выявления морфометрических особенностей сосудов виллизиева круга измерялись следующие параметры: диаметр артерий у места их отхождения, продольный размер (длина) круга в сагиттальной плоскости от середины постхиазматической ветви, если таковая имелась (у человека она соответствует передней соединительной артерии) или от места слияния назальных соединительных

артерий (у человека по расположению они соответствуют передним мозговым артериям) до места бифуркации основной артерии; его поперечный размер (ширина) – от центров противоположных внутренних сонных артерий в области их ветвления.

Первичная обработка данных проводилась с помощью программного пакета Excel и Statistika 6.0.

Результаты исследования.

Макро-микроскопически установлено, что у грызунов (белая крыса, морская свинка), зайцеобразных (кролик) и хищников (собака) на основании головного мозга имеется артериальный круг, напоминающий таковой у человека. Внутренние сонные артерии, проникнув через рваное отверстие в полость черепа, делятся на каудальные и назальные соединительные артерии; последние на уровне перекреста зрительных нервов отдают средние мозговые артерии. Обогнув перекрест зрительных нервов, назальные соединительные артерии погружаются в продольную щель мозга, где сливаются в непарную назальную мозговую артерию либо следуют параллельно обособленными стволами. Впереди перекреста зрительных нервов обе назальные соединительные артерии часто соединяются между собой с помощью тонкой постхиазматической ветви, напоминающей переднюю соединительную артерию у человека. Каудальные соединительные артерии сливаются с каудальными мозговыми артериями, которые являются ветвями основной артерии.



- 1-внутренняя сонная артерия;
- 2-назальная соединительная артерия;
- 3-каудальная соединительная артерия;
- 4-каудальная мозговая артерия;
- 5-основная артерия

Рис. 1. Строение виллизиева круга у белой крысы

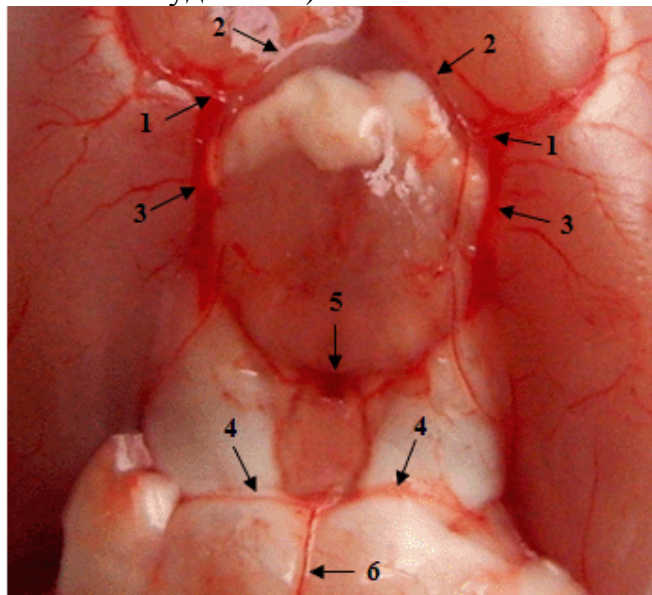
1-внутренняя сонная артерия; 2-назальная соединительная артерия; 3-каудальная соединительная артерия; 4-каудальная мозговая артерия; 5-основная артерия

Несмотря на подобие строения артериального круга большого мозга у изученных животных, имеются и видовые особенности. Так, у белой крысы в 75% случаев встречается замкнутый виллизиев круг, при котором назальные соединительные

артерии впереди перекреста зрительных нервов соединяются тонкой постхиазматической ветвью (рисунок 1).

В 25% случаев встречается незамкнутый виллизиев круг, при котором правая и левая назальные соединительные артерии не анастомозируют между собой, а переходят каждая в соответствующую назальную мозговую артерию.

В 50% наблюдений артериальный круг белой крысы имеет форму «восьмерки» (рисунок 2). В этом случае каудальные соединительные артерии недалеко от моста соединяются тонким артериальным сосудом (дополнительная соединительная артерия), который делит виллизиев круг на два кольца разного диаметра (большее-краниальное и меньшее-каудальное).



1-внутренняя сонная артерия;
2-назальная соединительная артерия;
3-каудальная соединительная артерия;
4-каудальная мозговая артерия;
5-артерия, соединяющая каудальные соединительные артерии;
6-основная артерия

Рис. 2. Виллизиев круг белой крысы в виде «восьмерки»

1-внутренняя сонная артерия; 2-назальная соединительная артерия; 3-каудальная соединительная артерия; 4-каудальная мозговая артерия; 5-артерия, соединяющая каудальные соединительные артерии; 6-основная артерия

При анализе морфометрических показателей сосудов виллизиева круга у белой крысы отмечается, что диаметр каудальных соединительных ($0,16 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,156 \pm 0,004$ мм (слева)) и каудальных мозговых артерий ($0,13 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,12 \pm 0,01$ мм (слева)) превышает примерно в 1,5 раза диаметр назальных соединительных артерий, который составляет $0,089 \pm 0,001$ мм (справа) и $0,088 \pm 0,002$ мм (слева). Калибр каждой внутренней сонной артерии ($0,21 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,200 \pm 0,003$ мм (слева)) превышает диаметр основной артерии ($0,170 \pm 0,003$ мм) примерно в 1,2 раза, а суммарный в 2,4 раза (диаграмма 1). Исходя из данных морфометрии, виллизиев круг у белой крысы имеет вариант строения задней трифуркации внутренней сонной с обеих сторон (крупная каудальная соединительная и каудальная мозговая артерии), что согласуется с мнением некоторых авторов [9]. Учитывая относительно более крупный калибр внутренних сонных артерий по

сравнению с основной артерией, можно полагать, что основной приток крови к головному мозгу осуществляется по внутренним сонным артериям.

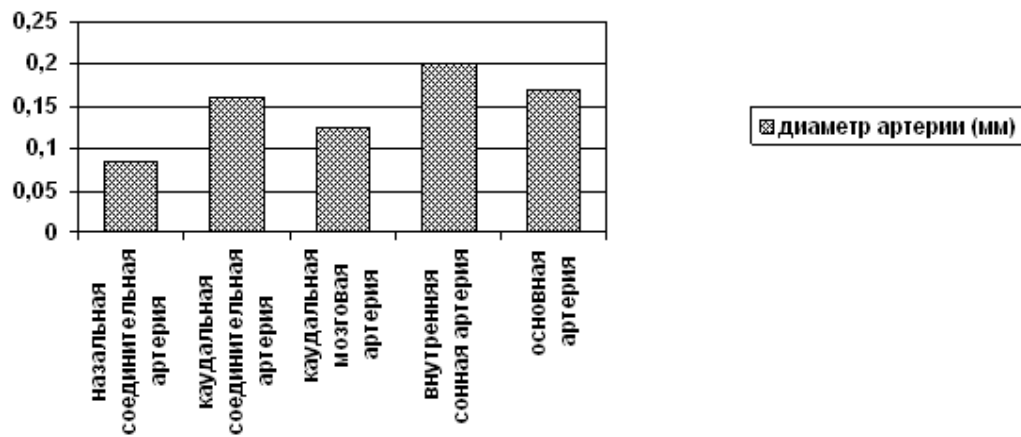
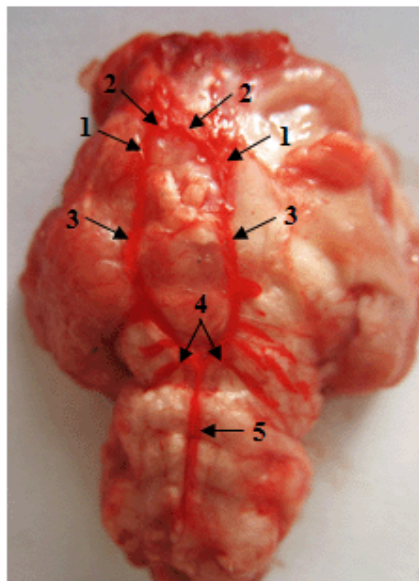


Диаграмма 1. Морфометрические показатели сосудов виллизиева круга у белой крысы



1-внутренняя сонная артерия;
2-назальная соединительная артерия;
3-каудальная соединительная артерия;
4-каудальная мозговая артерия;
5-основная артерия

Рис. 3. Строение виллизиева круга у морской свинки

1-внутренняя сонная артерия; 2-назальная соединительная артерия; 3-каудальная соединительная артерия; 4-каудальная мозговая артерия; 5-основная артерия

У морской свинки во всех случаях обнаруживается замкнутый виллизиев круг посредством постхиазматической ветви между назальными соединительными артериями либо последние анастомозируют между собой в продольной щели мозга (рисунок 3). Как и у белой крысы, диаметр каудальных соединительных артерий ($0,22 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,19 \pm 0,02$ мм (слева)) и каудальных мозговых ($0,186 \pm 0,003$ мм (справа) и $0,19 \pm 0,01$ мм (слева)) значительно превышает (примерно в 2 раза) диаметр

назальных соединительных артерий ($0,090 \pm 0,002$ мм (справа) и $0,090 \pm 0,004$ мм (слева)). Диаметр каждой внутренней сонной артерии ($0,31 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,30 \pm 0,01$ мм (слева)) превышает калибр основной артерии ($0,25 \pm 0,01$ мм) в 1,2 раза, а суммарный – в 2,4 раза (диаграмма 2).

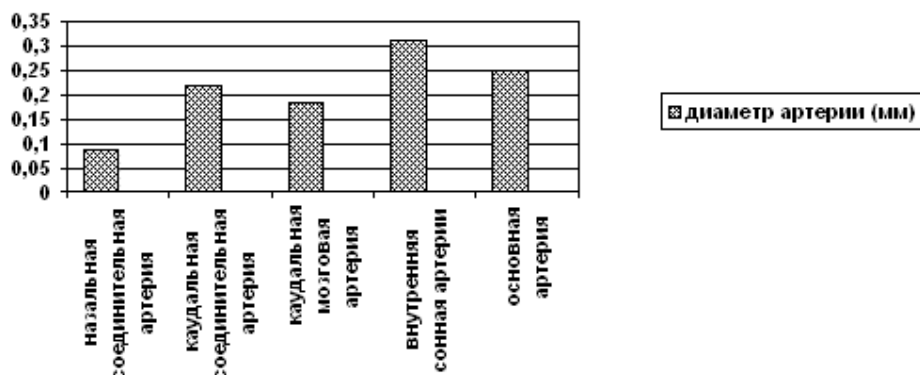
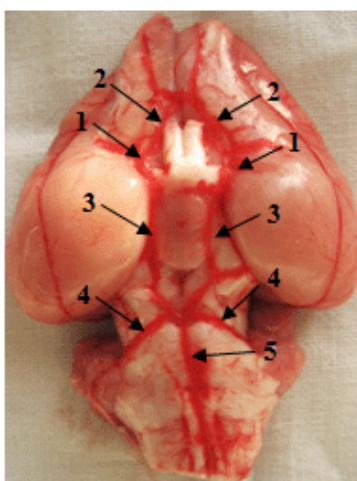


Диаграмма 2. Морфометрические показатели сосудов виллизиева круга у морской свинки



- 1-внутренняя сонная артерия;
- 2-назальная соединительная артерия;
- 3-каудальная соединительная артерия;
- 4-каудальная мозговая артерия;
- 5-основная артерия

Рис. 4. Строение замкнутого виллизиева круга у кролика

1-внутренняя сонная артерия; 2-назальная соединительная артерия; 3-каудальная соединительная артерия; 4-каудальная мозговая артерия; 5-основная артерия

При изучении топографии сосудов головного мозга у кролика на основании мозга в 70% случаев выявлен замкнутый виллизиев круг (рисунок 4), а в 30% случаев – незамкнутый. Причем постхиазматическая ветвь встретила в 35% наблюдений. Калибр сосудов артериального круга у кролика немного отличается от такового у белой крысы и морской свинки: диаметр каудальных соединительных артерий ($0,200 \pm 0,003$ мм (справа) и $0,20 \pm 0,01$ мм (слева)) и каудальных мозговых ($0,23 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,22 \pm 0,01$ мм (слева)) незначительно превышает калибр назальных

соединительных артерий ($0,18 \pm 0,01$ мм (справа) и $0,17 \pm 0,01$ мм (слева)) (в 1,2 раза); диаметр внутренних сонных артерий ($0,70 \pm 0,06$ мм (справа) и $0,65 \pm 0,03$ мм (слева)) приближается к диаметру основной артерии ($0,70 \pm 0,06$ мм), но суммарный диаметр внутренней сонной артерии в 2 раза больше, чем основной (диаграмма 3). Поэтому основная часть крови к мозгу кролика притекает по внутренним сонным артериям, что подтверждается данными литературы [10].

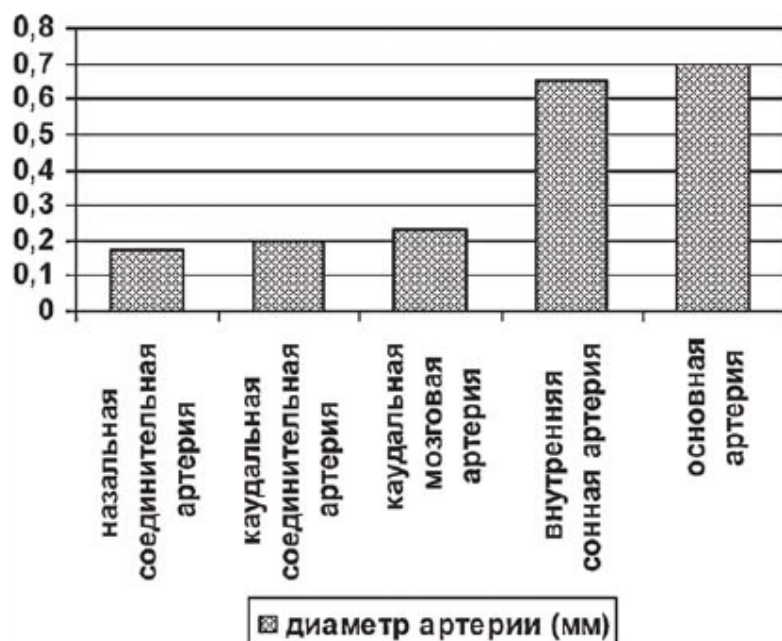
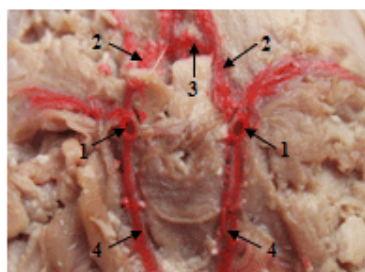


Диаграмма 3. Морфометрические показатели сосудов виллизиева круга у кролика



- 1-внутренняя сонная артерия;
- 2-назальная соединительная артерия;
- 3-артерия мозолистого тела;
- 4-каудальная соединительная артерия;
- 5-каудальная мозговая артерия;
- 6-основная артерия

Рис. 5. Строение виллизиева круга у собаки

1-внутренняя сонная артерия; 2-назальная соединительная артерия; 3-артерия мозолистого тела; 4-каудальная соединительная артерия; 5-каудальная мозговая артерия; 6-основная артерия

Виллизиев круг собаки, как и у рассмотренных видов животных, включает ветви назальных соединительных артерий, которые впереди перекреста зрительных нервов в 85% случаев соединяются при помощи постхиазматической артерии диаметром $1,63 \pm 0,03$ мм (рисунок 5). Причем в 50% случаев от нее отходит непарная артерия мозолистого тела. Сзади артериальный круг образован проксимальными отрезками каудальных мозговых артерий, соединенных с каудальными соединительными артериями. Морфометрические показатели сосудов виллизиева круга собаки характеризуются тем, что в отличие от грызунов, каудальные соединительные артерии ($0,65 \pm 0,03$ мм (справа) и $0,8 \pm 0,1$ мм (слева)) по калибру меньше назальных ($1,18 \pm 0,04$ мм (справа) и $1,13 \pm 0,03$ мм (слева)) и каудальных мозговых артерий ($1,18 \pm 0,04$ мм (справа) и $1,21 \pm 0,05$ мм (слева)); диаметры назальных и каудальных мозговых

артерий приблизительно одинаковы. Калибр внутренней сонной артерии справа равен $1,78 \pm 0,02$ мм и $1,71 \pm 0,02$ мм слева, а основной артерии - $1,72 \pm 0,04$ мм, т.е. приблизительно одинаков (диаграмма 4), однако суммарный диаметр внутренних сонных артерий почти в два раза больше диаметра основной артерии. Таким образом, виллизиев круг головного мозга собаки в большей мере, чем у грызунов и зайцеобразных, по анатомии и соотношению морфометрических характеристик его артерий подобен артериальному кругу большого мозга человека.

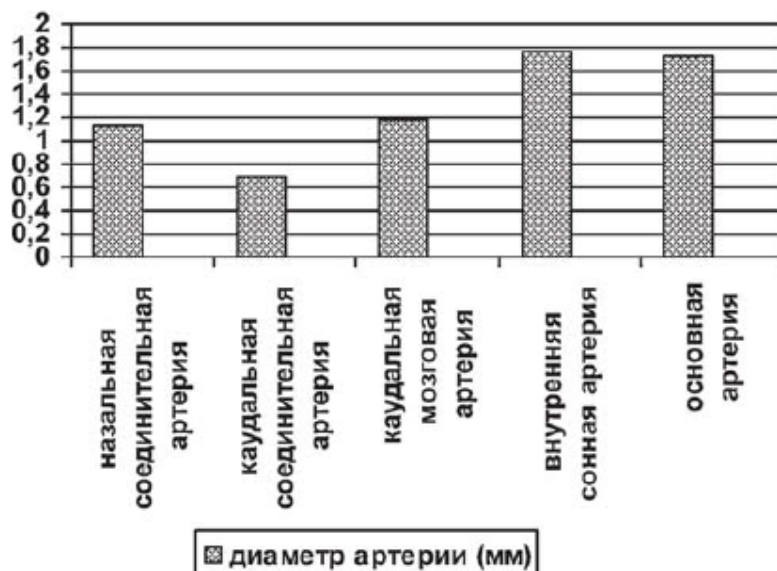


Диаграмма 4. Морфометрические показатели сосудов виллизиева круга у собаки

При изучении соотношения переднезадних размеров артериального круга и мозга животных установлена общая закономерность: у грызунов (белая крыса, морская свинка) и зайцеобразных (кролик) имеется прямая зависимость длины виллизиева круга от длины мозга, т.е. чем длиннее мозг, тем больше переднезадний размер артериального кольца. У собаки такой коррелятивной зависимости между длиной виллизиева круга и окципито-фронтальным размером головного мозга не установлено.

На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Виллизиев круг у исследованных лабораторных животных (белая крыса, морская свинка, кролик и собака) по анатомии и источникам формирования (внутренние сонные и основная артерии) аналогичен артериальному кругу большого мозга человека. Сосуды артериального круга мозга этих животных аналогичны артериям виллизиева круга у человека: назальные соединительные артерии подобны передним мозговым артериям человека, постхиазматическая ветвь соответствует передней соединительной артерии, каудальные соединительные артерии – задним соединительным, а каудальные мозговые – задним мозговым артериям.

2. У животных постхиазматическая артерия представляет собой анастомоз между назальными соединительными артериями и объединяет обе внутренние сонные артерии. Каудальные соединительные артерии являются важным анастомозом между системами сонных и позвоночных артерий. Наибольшие различия в строении виллизиева круга у изученных животных проявляется в вариации наличия постхиазматической артерии, а также в различии их морфометрических характеристик и двусторонней диссимметрии анатомического строения и количественных показателей.

3. У грызунов (белая крыса, морская свинка) и зайцеобразных (кролик) диаметр каудальных соединительных и каудальных мозговых артерий в 1,2-2 раза превышает диаметр назальных соединительных артерий; у хищников (собака) калибр каудальных соединительных артерий меньше назальных соединительных и каудальных мозговых артерий в 1,5 раза.

4. У грызунов (белая крыса, морская свинка) суммарный калибр внутренней сонной артерии превышает диаметр основной артерии в 2,4 раза, а у зайцеобразных (кролик) и хищников (собака) в 2 раза, что свидетельствует о преобладании роли внутренних сонных артерий в кровоснабжении головного мозга, что закономерно и для человека.

5. Замкнутый виллизиев круг встречается у белой крысы в 75% случаев, у кролика в 70% случаев, у собаки – в 85% наблюдений, а у морской свинки во всех случаях.

6. Учитывая одинаковые источники формирования виллизиева круга и его топографию у исследованных животных и у человека (внутренние сонные и основная артерии), а также сопоставимое анатомическое строение и соотношение морфометрических показателей сосудов виллизиева круга, можно считать объективно обоснованным использование данных животных (белая крыса, морская свинка, кролик и собака) для моделирования различной патологии на сосудах головного мозга с последующей экстраполяцией результатов на человека.

Литература

1. Акаевский, А. И. Анатомия домашних животных / А. И. Акаевский, А. Ф. Климов. М., 1951. Т 2. С. 261.
2. Блинков, С. М. Атлас мозга кролика / С. М. Блинков. М.: «Медицина», 1973. 27 с.
3. Ганнушкина, И. В. Коллатеральное кровообращение в мозге / И. В. Ганнушкина. М.: «Медицина», 1973. 253 с.
4. Гамбарян, П. П. Крыса / П. П. Гамбарян, Н. М. Дукельская. М., 1955. С. 174 – 175.
5. Жеденов, В. М. Анатомия кролика / В. М. Жеденов [и др.]. М., 1957. 309 с.
6. Турыгин, В. В. Ангиоархитектоника сводчатой извилины мозга хищных / В. В. Турыгин // Функциональная морфология кровеносной системы животных. Оренбург, 1972. С. 168 – 170.
7. Филимонов, И. Н. Борозды и извилины коры большого мозга млекопитающих / И. Н. Филимонов // Атлас большого мозга человека и животных (текст). М., 1937. С. 9 – 27.
8. Чайковская, И. И. О кровоснабжении новой коры головного мозга человека и некоторых млекопитающих / И. И. Чайковская // Сб. научн. трудов Луганского государственного медицинского ун-та. Луганск, 1962. Т. 4. С. 147 – 152.
9. Brown, J. O. The morphology of circulus arteriosus cerebri in rats / J. O. Brown // Anat. Rec., 1966. V. 156. P. 99 – 106.
10. Donald, D. A. The distribution of blood to the brain // D. A. Donald, J. Potter // J. Physiol., 1951. V. 114. P. 356 – 371.