

## МАКРО- И МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОЗЖЕЧКА ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Горальский Л.П., Солимчук В.М.

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

*Представлены результаты макро- и микроскопического строения, морфометрические показатели мозжечка половозрелых домашних животных. По данным исследований органометрии абсолютная масса мозжечка кроликов составляет  $1,54 \pm 0,07$  г, собак  $8,38 \pm 0,22$ , свиней  $13,45 \pm 0,41$  г. относительная масса Р  $0,02 \pm 0,001$  %;  $0,03 \pm 0,005$ ,  $0,01 \pm 0,003$  % соответственно. Особенности микроскопического строения мозжечка у домашних животных характеризуются тремя слоями его коры: молекулярным, ганглионарным и зернистым. Молекулярный слой мозжечка у кроликов составляет  $359,8 \pm 29,8$  мкм, ганглионарный Р  $57,4 \pm 3,87$ , зернистый Р  $287,5 \pm 5,99$  мкм, у собак –  $257,25 \pm 7,47$  мкм,  $51,3 \pm 2,07$ ,  $262,1 \pm 12,48$  мкм и у свиней –  $250,6 \pm 14,52$  мкм,  $63,2 \pm 6,34$ ,  $373,8 \pm 15,76$  мкм соответственно.*

*Presentation of the results of macro- and microscopic structure, morphometric parameters of the cerebellum of adult animals. According to studies organometrij absolute mass of the cerebellum rabbits is  $1,54 \pm 0,07$  g, dogs  $8,38 \pm 0,22$  g, pigs  $13,45 \pm 0,41$  g, relative weight -  $0,02 \pm 0,001$  %;  $0,03 \pm 0,005$ ,  $0,01 \pm 0,003$  %, respectively. Features of the microscopic structure of the cerebellum in domestic animals characterized by its three layers of the cortex: molecular, ganglion and grainy. Molecular layer of the cerebellum in rabbits is  $359,8 \pm 29,8$   $\mu$ m, ganglion -  $57,4 \pm 3,87$ , grainy -  $287,5 \pm 5,99$   $\mu$ m, the dogs -  $257,25 \pm 7,47$   $\mu$ m,  $51, 3 \pm 2,07$ ,  $262,1 \pm 12,48$   $\mu$ m and pigs -  $250,6 \pm 14,52$   $\mu$ m,  $63,2 \pm 6,34$ ,  $373,8 \pm 15,76$   $\mu$ m, respectively.*

**Ключевые слова:** мозжечок, нейрон, аксон, дендрит, перикарион.

**Keywords:** cerebellum, neuron, axon, dendrite, perikaryon.

**Введение.** Нервная система является одной из ведущих интегрирующих систем организма. Она, вместе с эндокринной и сердечно-сосудистой системами объединяет его в единое целое. Организм в процессе жизнедеятельности адаптируется к условиям окружающей среды. Уровень приспособления к внешней среде контролируется нервной системой. Таким образом, нервная система обеспечивает связь организма с внешней средой, координирует и регулирует кровообращение, лимфоток, метаболические процессы, которые, в свою очередь, влияют на состояние и деятельность нервной системы. Последняя, в свою очередь, воспринимает различную информацию, которая поступает из окружающей среды и внутренних органов, анализирует ее и генерирует сигналы, которые обеспечивают соответствующие реакции, адекватные действующим раздражителям [8, 6].

Нервную систему у высокоорганизованных животных и человека по морфологическим признакам разделяют на центральную и периферическую. К первой относят головной и спинной мозг. Вторая объединяет периферические нервные узлы, стволы и окончания [7].

В зависимости от характера иннервации органов и тканей, нервную систему условно разделяют на соматический и автономный отделы. Соматическая нервная система иннервирует мышцы тела, обеспечивает сенсорные и моторные функции организма [8].

Автономная нервная система регулирует деятельность всех внутренних органов, сосудов и желез, а также осуществляет трофическую иннервацию, которая зависит от состояния нервной системы. Она усиливает или ослабляет функцию органов и систем, регулируя их тонус. Ее разделяют на симпатическую (иннервирует сосуды) и парасимпатическую (иннервирует стенки внутренностей и железы) [5].

Одним из актуальных вопросов является изучение состава и структурно-функциональных особенностей нервной системы позвоночных животных и человека. Особенно это касается глубокого и всестороннего изучения органов центральной нервной системы, в состав которых входит мозжечок, отвечающий за координацию движений, регуляцию равновесия и мышечного тонуса. Взаимодействие мозжечка с другими отделами центральной нервной системы позволяет данному участку головного мозга обеспечить точные и координированные движения тела в различных внешних условиях [2, 4]. Вместе с тем, он имеет большое значение для понимания морфофункциональных взаимоотношений с различными органами и

системами, средой обитания и адаптацией его структур, в зависимости от особенностей функционирования организма [6].

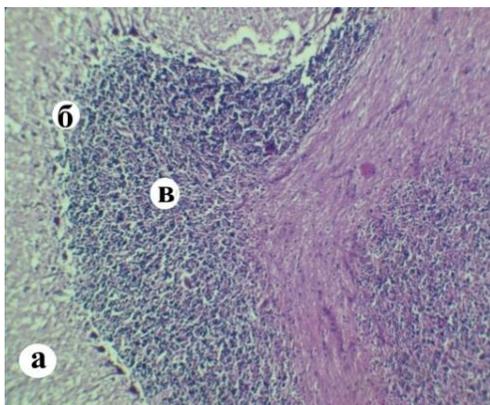
Несмотря на значительные успехи и достижения отечественной и зарубежной морфологии в изучении органов нервной системы, в частности мозжечка домашних животных, много вопросов в настоящее время остаются нерешенными. Это обязывает исследователей осуществлять разностороннее изучение нервной системы, как одной из важнейших интегрированных систем организма.

**Материал и методы исследований.** Работа проводилась на кафедре анатомии и гистологии Житомирского национального агроэкологического университета факультета ветеринарной медицины. Объектом для исследований был мозжечок половозрелых домашних животных: свиней (n=6), собак (n=6), кроликов (n=6). В работе использовались анатомические, гистологические, нейрогистологические и морфометрические методы исследований [1, 3]. Для гистологического и нейрогистологического исследований кусочки материала фиксировали в 12%-ном водном растворе нейтрального формалина с последующей заливкой в парафин, после чего изготавливали серийные срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Также проводили импрегнацию азотнокислым серебром по методу Большовского-Гросс. Морфометрические исследования гистологических препаратов осуществляли с помощью микроскопа «Биолам-Ломо», используя окуляр-микрометр [1].

**Результаты исследований.** Мозжечок свиней, собак и кроликов как и других млекопитающих, размещается под затылочной частью полушарий головного мозга, дорсально от варолиевого моста и продолговатого мозга. Лежит он в задней черепной ямке. В нем различают объёмные боковые части, или полушария, и расположенную между ними среднюю узкую часть – червячок. На переднем крае мозжечка находится передняя часть, которая охватывает прилегающую часть ствола мозга. На заднем краю более узкая задняя часть, которая отделяет полушария друг от друга.

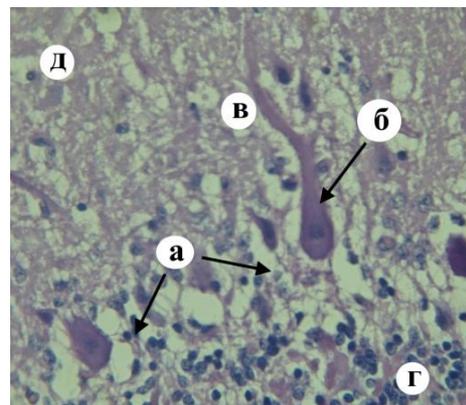
У разных видов животных макроскопическое строение мозжечка зависит от вида, возраста, пола, степени сложности движений тела животных и тому далее. По результатам наших исследований, абсолютная масса мозжечка кроликов составляет  $1,54 \pm 0,07$  г, собак –  $8,38 \pm 0,22$  г, свиней –  $13,45 \pm 0,41$  г. При этом, относительная масса мозжечка в данных животных коррелирует с абсолютной массой тела, и соответственно равна у кроликов –  $0,02 \pm 0,001$  %; у собак –  $0,03 \pm 0,005$  %; у свиней –  $0,01 \pm 0,003$  %;

Микроскопически мозжечок состоит из серого и белого веществ. Поверхность мозжечка покрыта слоем серого вещества, которое составляет кору мозжечка и образует узкие извилины – листья мозжечка. Листья отделены друг от друга бороздами. Каждый лист (извилины) мозжечка представляет собой тонкий слой белого вещества, покрытого корой (серым веществом). В коре выделяется три слоя: наружный – молекулярный, средний – слой грушевидных нейронов (ганглионарный) и внутренний – зернистый (рис. 1).



а – молекулярный слой; б – ганглионарный слой; в – зернистый слой. Гематоксилин-эозин х 56.

**Рис. 1. Фрагмент микроскопического строения мозжечка свиньи**



а – ганглионарный слой; б – тело грушевидных нейронов (клетки Пуркинью); в – дендриты клеток Пуркинью; г – зернистый слой; д – молекулярный слой. Гематоксилин-эозин х 280.

**Рис. 2. Фрагмент микроскопического строения мозжечка свиньи**

Молекулярный слой содержит два основных вида нейронов: корзинообразные – аксоны которых охватывают тела клеток Пуркинью, и звездчатые – аксоны которых образуют синапсы с дендритами клеток Пуркинью.

Корзинообразные нейроны находятся в верхней трети молекулярного слоя. Это мелкие, неправильной формы клетки. Их тонкие, длинные дендриты ветвятся преимущественно в плоскости, расположенной перпендикулярно к извилине. Длинные аксоны клеток всегда идут поперек извилины и параллельно поверхности над грушевидными нейронами. Они отдают коллатерали, направляющиеся в перикарион грушевидных нейронов и формируют вокруг их сплетения, которые напоминают корзины.

Звездчатые нейроны лежат выше корзинообразных, среди них мы выделили два типа: большие и малые нейроны. Последние – мелкие звездчатые нейроны, обеспечены тонкими короткими дендритами и слаборазветвленными аксонами, образующие синапсы на дендритах грушевидных клеток. Большие звездчатые нейроны в отличие от мелких имеют длинные и сильно разветвленные дендриты и аксоны. Ветви из аксонов соединяются с дендритами грушевидных клеток Пуркинью и входят в состав так называемых „корзин“.

Корзинообразные и звездчатые нейроны молекулярного слоя представляют собой единую систему вставных нейронов, они передают тормозные нервные импульсы на дендриты и тела грушевидных клеток Пуркинью.

Ганглионарный слой формируют большие грушевидные нейроны (клетки Пуркинью), расположенные в среднем слое в один ряд. Они характеризуются развитым деревом дендритов, которые отходят от суженных верхушек грушевидных нейронов и направляются в молекулярный слой, где ветвятся кустообразно. Располагаются клетки строго перпендикулярно завитков мозжечка. Поэтому их форма в плоскости, через которую проходят дендриты, – грушевидная, а в перпендикулярной плоскости – веретенообразная (рисунок 2).

Зернистый слой, образованный нейронами-зёрнами и звездчатыми нейронами (клетки Гольджи). В отличие от клеток Пуркинью, клетки-зёрна являются одними из самых маленьких и в то же время наиболее многочисленных нейронов мозга. Аксоны клеток-зёрен поднимаются в верхний молекулярный слой коры мозжечка и в нем Т-образно делятся на 2 ветви, ориентированные параллельно поверхности коры вдоль извилин мозжечка. Эти параллельные волокна пересекают ветвления дендритов многих клеток Пуркинью и образуют с ними и дендритами корзинообразные звездчатые синапсы нейронов.

Вторым типом клеток зернистого слоя мозжечка являются тормозные большие звездчатые нейроны. Различают два вида таких клеток: с короткими и длинными аксонами. Нейроны с короткими аксонами (клетки Гольджи) лежат вблизи ганглионарного слоя. Их разветвленные дендриты распространяются в молекулярном слое и образуют синапсы с параллельными волокнами – аксонами клеток-зёрен. Аксоны направляются в зернистый слой к клубочкам мозжечка и заканчиваются синапсами на конечных разветвлениях дендритов клеток-зёрен проксимальнее синапсов моховидных волокон.

Морфометрическими исследованиями установлена разная толщина слоёв коры мозжечка домашних животных. Молекулярный слой мозжечка у кроликов  $359,8 \pm 29,8$  мкм, ганглионарный слой –  $57,4 \pm 3,87$ , зернистый слой –  $287,5 \pm 5,99$  мкм, у собак –  $257,25 \pm 7,47$  мкм,  $51,3 \pm 2,07$ ,  $262,1 \pm 12,48$  мкм и у свиней –  $250,6 \pm 14,52$  мкм;  $63,2 \pm 6,34$ ;  $373,8 \pm 15,76$  мкм соответственно.

Белое вещество состоит из аксонов нервных клеток, поступающих в мозжечок и аксонов клеток Пуркинью, идущих к глубоким ядрам мозжечка. Аfferентные волокна, поступающие в кору мозжечка, представлены двумя видами – моховидными и так называемыми лианоподобными волокнами.

Моховидные волокна направляются от ядер варолиева моста, спинного мозга, вестибулярных ядер и непосредственно через клетки-зёрна передают возбуждения на грушевидные клетки Пуркинью. Они заканчиваются в клубочках зернистого слоя мозжечка, где вступают в контакт с дендритами клеток-зёрен. Каждое волокно дает ветви ко многим клубочкам мозжечка. Аксоны клеток-зёрен по параллельным волокнам молекулярного слоя передают импульсы дендритам грушевидных, корзинообразных, звездчатых нейронов зернистого слоя. Кроме моховидных волокон, в кору мозжечка нервные импульсы поступают лианоподобными волокнами, которые заканчиваются на грушевидных клетках.

**Заключение.** 1. По результатам макроскопических исследований абсолютная масса мозжечка кроликов составляет  $1,54 \pm 0,07$  г, собак –  $8,38 \pm 0,22$ , свиней –  $13,45 \pm 0,41$  г. При этом, относительная масса мозжечка у данных животных коррелирует с абсолютной массой тела, и соответственно равна у кроликов –  $0,02 \pm 0,001$ , у собак –  $0,03 \pm 0,005$ , у свиней –  $0,01 \pm 0,003$  %.

2. Мозжечок домашних животных образован из трёх слоёв: молекулярного, ганглионарного и зернистого и характеризуется разной популяцией нейронов, которые имеют обусловленную связь между уровнем морфофункционального состояния нервных структур.

3. Морфометрическими исследованиями установлена толщина слоёв коры мозжечка. Молекулярный слой мозжечка у кроликов составляет  $359,8 \pm 29,8$  мкм, ганглионарный слой –  $57,4 \pm 3,87$ , зернистый слой –  $287,5 \pm 5,99$  мкм, у собак –  $257,25 \pm 7,47$  мкм,  $51,3 \pm 2,07$ ,  $262,1 \pm 12,48$  мкм и у свиней  $250,6 \pm 14,52$  мкм,  $63,2 \pm 6,34$  и  $373,8 \pm 15,76$  мкм соответственно.

Дальнейшее направление исследований направлено на проведение исследований макро- и микроскопического строения мозжечка домашних животных в видовом сравнительном аспекте.

**Литература.** 1. Горальский Л. П. Основы гистологической техники и морфофункциональные методы исследований в норме и при патологии / В. Т. Хомич, А. И. Кононский. - Учебное пособие - Житомир: «Полесье», 2005. - 288 с. 2. Карамян А. И. Эволюция конечного мозга позвоночных / А. И. Карамян. - М.: Наука, 1976. 218 с. 3. Меркулов Г.А. Курс патологической техники / Г. А Меркулов - Л.: Медицина, 1969. - 423 с. 4. Скворцова Т. А. Особенности величины и строения мозга птиц в связи с образом жизни / Т. А. Скворцова // Тез. докл. VI Всесоюз. съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. - Харьков, 1958. - С. 235-236 5. Смолянинов В. В. О некоторых особенностях организации коры мозжечка / В. В. Смолянинов // Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем. - М. 1966. 68 с. 6. Волохов А. А. Закономерности онтогенеза нервной деятельности / А.А. Волохов. – М.: Изд-во АН СССР, 1971. – 312 с. 7. Оленев С. Н. Конституция мозга / С. Н. Оленев. – Л.: Медицина, 1987. – 207 с. 8. Михайлов Н. В. Нервная система / Н. В. Михайлов / Анатомия домашних животных / [И. В. Хрусталева, Н. В. Михайлов, Я. И. Шнейберг и др.] : под ред И. В. Хрусталевой. – М.: Колос, 1994. – 378 с.

Статья передана в печать 20.04.2015 г.