

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕЙРОНОВ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ БЕЛЫХ КРЫС

A STUDY OF THE HISTOLOGICAL AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF NEURONS OF THE MOTOR PATHWAYS IN THE ALBINO RATS

**O. Shubina
N. Dudenkova
M. Egorova
O. Komusova
O. Kirdyashkina**

Summary. It is known that the regulation of movements is associated with pyramidal neurons of the V layer of the cerebral cortex, axons of which form a pyramidal pathway. In the motor cortex begins, and extrapyramidal system which includes the cerebellum [1, 2].

The study is devoted to histological and morphometric study of pyramidal neurons and Purkinje cells of the motor pathways of the brain of white rats. It is shown that in rats the numerical density of pyramidal neurons of the inner pyramidal layer of the motor cortex (field M1) exceeds the numerical density of these cells of the sensory-motor cortex (field Sml) and Purkinje cells of the ganglionic layer of the cerebellum cortex. At the same time, the area of the cerebellum cortex Purkinje cells is much larger than the area of pyramidal neurons of the motor cortex (field M1) and pyramidal neurons of the sensorimotor cortex (field Sml).

Keywords: morphometry, pyramidal neurons, Purkinje cells, sensorimotor cortex.

Шубина Ольга Сергеевна

Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Мордовский
государственный педагогический институт имени
М. Е. Евсевьева» (г. Саранск)
o.shubina@mail.ru

Дуденкова Наталья Анатольевна

К.б.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО
«Мордовский государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева» (г. Саранск)
dudenkova_nataly@mail.ru

Егорова Марина Владимировна

Преподаватель, ФГБОУ ВО «Мордовский
государственный педагогический институт имени
М. Е. Евсевьева» (г. Саранск)
egorova.marina@mail.ru

Комусова Ольга Ивановна

К.б.н., ФГБОУ ВО «Мордовский государственный
педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»
(г. Саранск)
timoshkina03@mail.ru

Кирдяшкина Ольга Викторовна

Старший лаборант, ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск)
sigma.ov@yandex.ru

Аннотация. Известно, что регуляция движений связана с пирамидными нейронами V слоя коры больших полушарий, аксоны которых образуют пирамидный путь. В моторной коре начинается, и экстрапирамидная система, в которую входит мозжечок [1, 2].

Исследование посвящено гистологическому и морфометрическому изучению пирамидных нейронов и клеток Пуркинье двигательных путей головного мозга белых крыс. Показано, что у крыс численная плотность пирамидных нейронов внутреннего пирамидного слоя моторной зоны коры (поле M1) превышает численную плотность данных клеток сенсомоторной зоны коры (поле Sml) и клеток Пуркинье ганглионарного слоя коры мозжечка. В тоже время площадь клеток Пуркинье коры мозжечка значительно больше площади пирамидных нейронов моторной зоны коры (поле M1) и пирамидных нейронов сенсомоторной коры (поле Sml).

Ключевые слова: морфометрия, пирамидные нейроны, клетки Пуркинье, сенсомоторная кора.

Введение

Пирамидный двигательный путь начинается аксонами пирамидных клеток лобной доли коры больших полушарий и внутреннего пирамидного слоя клеток переднетеменной коры. Часть аксонов проводит условные нервные двигательные импульсы, обеспечивающие контроль за работой мускулатуры туловища, верхних и нижних конечностей во время совершения точных дифференцированных движений. Кроме того, данный путь осуществляет тормозные импульсы от корковых центров к эфферентным путям спинного мозга.

Второй путь — экстрапирамидная система не проходит через пирамидную систему, но, тем не менее, регулирует и контролирует движения. Соответственно, это часть двигательной системы. Нейронная сеть этого пути формируется в таких частях головного мозга, как Варолиев мост заднего мозга и продолговатый мозг, завершается на передних рогах спинного мозга. Есть доказательства того, что на работу экстрапирамидной системы влияет кора больших полушарий и мозжечок [3, 4]. Экстрапирамидные пути проводят безусловные рефлексы, участвующие в управлении движениями, регулируют тонус скелетных мышц, отвечают за равновесие.

Цель выполнения исследования

Получение новых данных о гистологическом и морфометрическом состоянии пирамидных нейронов внутреннего пирамидного слоя моторной зоны коры (поле M1) и пирамидных нейронов сенсомоторной коры (поле Sml), а так же клеток Пуркинье ганглионарного слоя коры мозжечка самцов белых крыс.

Материал и методы

Эксперимент проводился на 20 беспородных половозрелых самцах белых крыс. Согласно приказа № 267 РФ от 19.06.2003 г. об обеспечении принципов гуманного обращения с животными, декапитация проводилась под эфирным наркозом. Головной мозг животных фиксировался в формалине, после чего заключался в парафин, а затем готовили срезы толщиной 5–7 мкм (на уровне — 3,0 и –12,0 мм от брегмы), и окрашивали стандартным методикам [5]. Анализ численной плотности нейронов и их площади проводили с использованием микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN2011, с последующей обработкой изображения в Adobe Photoshop Elements 11. Разрешение полученных изображений 1280×1024 пикселей. Идентификацию зон мозга осуществляли при помощи атласа G. Paxinos и C. Watson [6]. Измерение площади и плотности проводи-

ли только клеток с видимым ядрышком при увеличении об. 100 × ок. 10. Вычисление плотности нейронов приведено в 0,001 мм веществе мозга, при рамке поля зрения микроскопа H= 0,13 мм, W=0,26 мм и объеме одного поля зрения V=0,0002 мм³, с учетом поправки Абберкромби [7]. Результаты обрабатывали методами вариационной статистики учитывая уровень значимости $p \leq 0,05$ [8].

Результаты и обсуждение

Исследование показало, что V слой лобной доли коры больших полушарий белых крыс состоит из многочисленных клеток пирамидной формы, превышающих визуально размеры пирамидных нейронов V слоя сенсомоторной коры. Пирамидные нейроны внутреннего пирамидного слоя моторной зоны коры белых крыс (поле M1) и аналогичного слоя сенсомоторной коры (поле Sml) содержали большое количество нормохромных нейронов. Нейроциты имели округлую форму с хорошо окрашенной цитоплазмой и ядром. Темноокрашенное ядро занимало большую часть тела клетки (рис. 1).

Средний слой коры мозжечка образован клетками Пуркинье, имеющими грушевидную форму, которые выстроены в один ряд над наружным молекулярным слоем и ориентированы вертикально по отношению к поверхности коры мозжечка. Ядра светлые, округлые, содержали базофильное ядрышко, расположенное в центре. Цитоплазма клетки имела крупнозернистую структуру. Среди нейронов коры мозжечка преобладал нормохромный тип нейронов (рис. 2).

Морфометрические исследования выявили разнонаправленные показатели плотности и площади пирамидных нейронов моторной (поле M1), сенсомоторной (поле Sml) зон коры больших полушарий и клеток Пуркинье коры мозжечка белых крыс (табл. 1). Морфометрия нейронов проводилась только на участках коры головного мозга и коры мозжечка, содержавших типичные нормохромные нейроны. Установлено, что в сенсомоторной зоне коры больших полушарий (поле Sml) общая численная плотность нейронов была статистически ниже общей численной плотности нейронов моторной зоны (M1) на 42% ($p \leq 0,05$). Общая численная плотность клеток Пуркинье была меньше общей численной плотности пирамидных клеток моторной зоны (M1) на 17% ($p \leq 0,05$).

Площадь пирамидных клеток поля Sml была на 20% меньше площади пирамидных клеток поля M1 ($p \leq 0,05$). Площадь клеток Пуркинье коры мозжечка превышала площадь пирамидных клеток поля M1 на 60% ($p \leq 0,05$) (табл. 1).

Полученные в ходе гистологического и морфометрического исследования данные позволяют углубить

Таблица 1. Морфометрические показатели нейронов моторной и сенсомоторной зон коры больших полушарий и клеток Пуркинье коры мозжечка

Участки головного мозга	Плотность клеток (на 0,001 мм ³ вещества мозга)	Площадь клеток (мкм ²)
V слой коры больших полушарий внутреннего пирамидного слоя моторной зоны коры (поле M1)	52,23±4,35	62,46±5,13
V слой коры больших полушарий сенсомоторной зоны переднетеменной доли коры (поле SmI)	30,50±3,22*	49,93±3,96*
Клетки Пуркинье коры мозжечка	43,13±2,18*	102,00±3,91*

Примечание: * — различия статистически значимы в сравнении с полем M1 при $p \leq 0,05$.

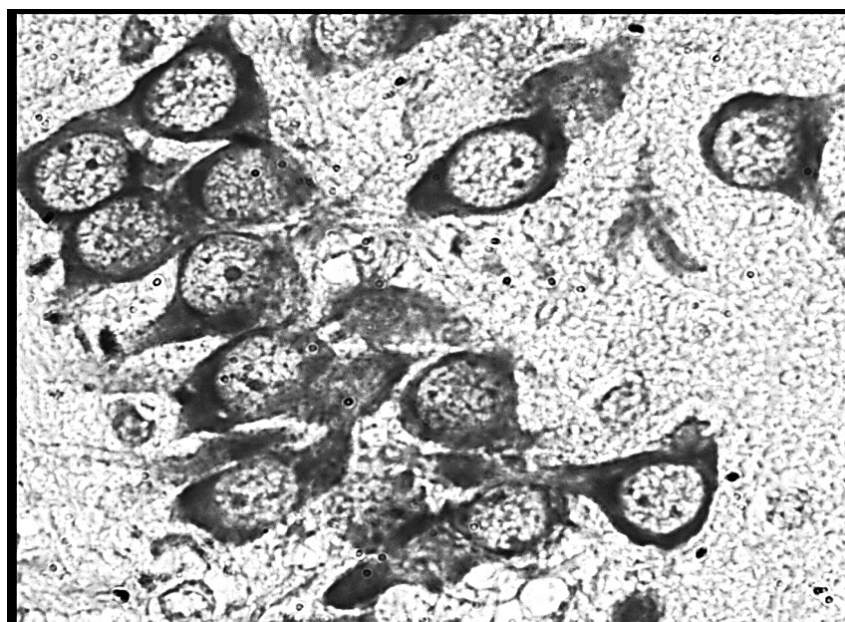


Рис. 1. Пирамидные нейроны в слое V сенсомоторной коры белых крыс. Окраска гематоксилин-эозин. Об. 100 × ок. 10.

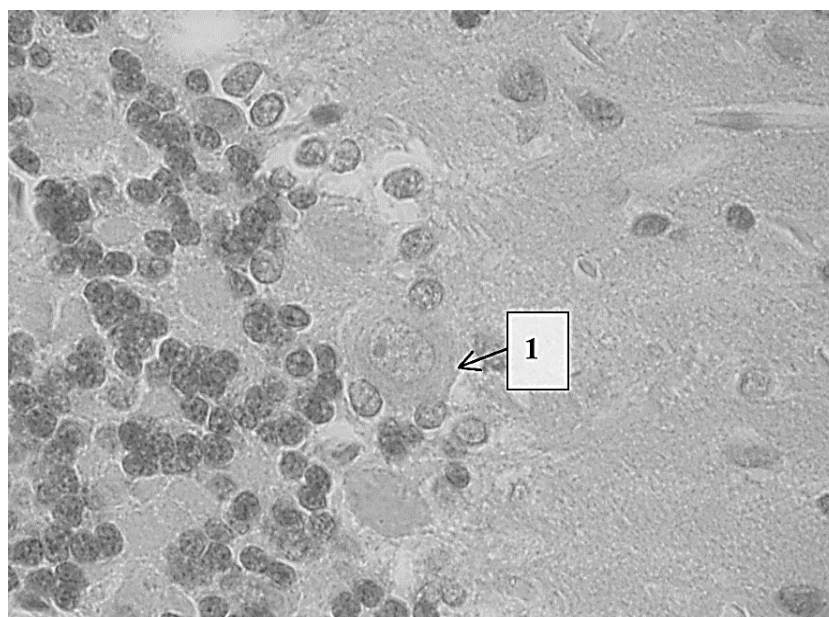


Рис. 2. Слой клеток грушевидных нейроцитов коры мозжечка головного мозга белых крыс: 1 — клетки Пуркинье. Окраска крезильовым фиолетовым по Нислю. Об. 100 × ок. 10.

понимание структурно-функциональных особенностей пирамидных нейронов моторной и сенсомоторной зон коры полушарий и клеток Пуркинье коры мозжечка, являющимися нейронами пирамидных и экстрапирамидных путей двигательной активности у млекопитающих.

Выводы

1. Морфологическое исследование моторной, сенсомоторной зон коры больших полушарий и клеток Пуркинье коры мозжечка белых крыс показало различие их морфологического и морфометрического строения.

2. Для моторной зоны коры больших полушарий (поле М1) выявлена высокая плотность пирамидных клеток, превышающая плотность пирамидных клеток сенсомоторной зоны коры больших полушарий (поле Sml) и клеток Пуркинье ганглионарного слоя коры мозжечка.

3. Площадь клеток Пуркинье коры мозжечка достоверно выше площади гигантских пирамидных клеток моторной зоны коры (поле М1).

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lawrenson C., Bares M., Kamondi A et al. Seeking a unified framework for cerebellar function and dysfunction: from circuit operations to cognition *Cerebellum Ataxias*. 2018. — № 5. — URL: <https://cerebellumandataxias.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40673-018-0087-9>
2. D'Angelo E., Casali S. Seeking a unified framework for cerebellar function and dysfunction: from circuit operations to cognition *Front // Neural Circuits*, 10 January 2013. — URL: <https://doi.org/10.3389/fncir.2012.00116>
3. Пьявченко Г. А. Изменение количества нейронов в моторной коре крыс и их двигательная активность в возрастном аспекте // *Морфология*. — 2015. — Том 147. — № 3. — С. 7–11.
4. Dorman D. *Handbook of Clinical Neurology*. — 2018. — Vol. 159. — pp. 430–432.
5. Семченко В. В., Барашкова С. А., Ноздрин В. И., Артемьев В. Н. *Гистологическая техника: учебное пособие*. — Омск-Орел: Омская областная типография, 2006. — 290 с.
6. Paxinos G., Watson C. *The rat brain in stereotaxic coordinates: hard cover edition // Access Online via Elsevier*. — 2006. — P. 451.
7. Агапов П. А. Структурное и морфометрическое исследование верхней теменной области мозга человека: автореферат дис. ... кандидата биологических наук. — Москва, 2015. — 22 с.
8. Молчанова Л. Ф., Кудрина Е. А., Муравьева М. М. и др. *Статистическая оценка достоверности результатов научных исследований: учебное пособие*. — Ижевск: 2004. — 96 с.

© Шубина Ольга Сергеевна (o.shubina@mail.ru), Дуденкова Наталья Анатолиевна (dudenkova_nataly@mail.ru),
Егорова Марина Владимировна (egorova.marina@mail.ru), Комусова Ольга Ивановна (timoshkina03@mail.ru),
Кирдяшкина Ольга Викторовна (sigma.ov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

