

П. Б. КАЗАКОВА

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЛОТНЫХ ВЕЩЕСТВ
В КОРКОВЫХ НЕЙРОНАХ КОШКИ ПОСЛЕ БОКОВОЙ
ГЕМИСЕКЦИИ СПИННОГО МОЗГА**

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 27 IV 1971)

Изучение изменений в центральной нервной системе (ц.н.с.) после боковой гемисекции спинного мозга у кошек и собак позволило ранее (^{1, 2}) выявить в двигательной области коры здорового (ипсилатерального по отношению к стороне гемисекции) полушария увеличение размеров нейронов слоя V. Задачей настоящего исследования явилось выяснение природы изменения величины указанных нейронов: происходит ли их набухание за счет накопления воды, или же развивается истинная гипертрофия нейронов, сопровождающаяся увеличением в них количества плотных веществ. Вопрос имеет принципиальное значение, ибо при истинной гипертрофии имеет место не только увеличение массы их цитоплазмы и ядра, но также и расширение рецептивного поля и увеличение эффективности синаптической передачи. Решение поставленной задачи может способствовать выяснению характера участия корковых нейронов в компенсаторных процессах ц.н.с.

Исследованы крупные нейроны слоя V двигательной области коры 8 взрослых кошек примерно одинакового веса. У 4 из них под нембуталовым наркозом была произведена боковая половинная перерезка спинного мозга на уровне 2—3-го шейных сегментов, остальные 4 животных служили контролем. Для цитохимического исследования подопытных кошек через 30 дней после гемисекции забивали вместе с контрольными внутривенным введением нембутала в дозе 50 мг/кг. Участки двигательной области коры ипсилатерального (здорового) полушария подопытных кошек и аналогичные участки, взятые от контрольных животных, одновременно фиксировали в жидкости Карнуа, обезживали в спиртах и заливали в парафин попарно (опыт и контроль) в один блок. Из таких блоков изготавливали серии фронтальных срезов. Каждый пятый срез монтировали на предметное стекло, после чего толщину срезов измеряли в двойном микроскопе МИС-11 и в работе использовали срезы не толще 10 μ . После денарафинирования срезы заключали в дистиллированную воду под покровное стекло и исследовали в интерференционном микроскопе МБИН-4, используя «ширинг»-объектив $40 \times 0,65$. Винтовым окуляр-микрометром МОВ-1-15 $\times$ измеряли взаимно перпендикулярные наибольший и наименьший диаметры тела и ядра нейрона, произведение диаметров принимали за выражение площади их сечения (профильное поле), разность профильных полей тела и ядра нейрона составляла профильное поле цитоплазмы. В монохроматическом свете с длиной волны 0,558 μ , с помощью анализатора Сенармона измеряли сдвиг фазы, вносимый ядром и цитоплазмой нейрона. Для вычисления концентрации плотных веществ полученные значения сдвига фазы и толщины среза подставляли в соответствующие формулы, приведенные в монографии В. Я. Бродского (³). Содержание плотных веществ (в фиксированных клетках — преимущественно белков) определяли как произведение их концентрации на площадь сечения клеточной структуры. У каждого животного измеряли не менее 50 нейронов, которые в плоскости среза имели ядрышко. Всего исследовано 256 нейронов контрольных и 291 нейрон

Таблица 1

Показатели изменений цитоплазмы и ядра крупных нейронов слоя V двигательной области коры кошек

	Контроль	Опыт	Процент к контролю	P <
Размеры нейронов, μ^2	$621,0 \pm 17,0$	$845,0 \pm 12,0$	136	0,001
	$230,0 \pm 4,0$	$248,0 \pm 3,0$	108	0,01
Концентрация плотных веществ, $\mu\text{г}/\text{мк}^3$	$0,251 \pm 0,004$	$0,278 \pm 0,004$	111	0,001
	$0,153 \pm 0,003$	$0,181 \pm 0,004$	118	0,001
Содержание плотных веществ, $\mu\text{г}$	$156,0 \pm 5,3$	$236,0 \pm 6,0$	153	0,001
	$33,0 \pm 1,1$	$45,0 \pm 1,0$	136	0,001

Примечание. Над чертой — данные для цитоплазмы, под чертой — для ядра.

опытных животных. Данные обрабатывались статистически с применением критерия χ^2 для сравнения двух эмпирических выборок. Результаты суммировали по трем показателям: размеры нейронов, концентрация плотных веществ и их содержание, которые и приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что наряду с увеличением размеров цитоплазмы и ядра исследуемых нейронов подопытных кошек имеет место повышение в них концентрации и содержания плотных веществ. Таким образом, увеличение объема нервных клеток коры в данном случае происходит не за счет накопления в них воды, как это бывает при набухании или отеке, а за счет накопления в них белков, что может быть показателем истинной гипертрофии нейронов.

В настоящей работе описаны изменения, появляющиеся в сравнительно небольшой срок восстановления нарушенных двигательных функций (30 дней после гемисекции). Этот срок соответствует одной из ранних фаз компенсаторного процесса, для которой особенно характерно наличие повышенной возбудимости неразрушенных структур⁽⁴⁾. Подтверждением такого высказывания могут служить результаты электрофизиологических исследований, обнаруживших возрастание возбудимости двигательной⁽⁵⁾ и соматосенсорной⁽⁶⁾ областей коры здорового полушария собак и кошек в начальный период восстановления нарушенных функций после боковой гемисекции спинного мозга. Такие функциональные сдвиги могут свидетельствовать о повышенной активности нейронов.

Выявленные нами морфологические и цитохимические изменения, вероятно, также могут отражать состояние повышенной функциональной активности корковых нейронов исследуемой области. В ряде случаев при функциональных нагрузках отмечается увеличение размеров нервных клеток^(7, 8), кроме того установлено, что стимуляция нейронов сопровождается повышением содержания в них белков^(9, 3, 10, 11).

Увеличение количества белков в цитоплазме и ядре нейронов может быть следствием усиления синтетических процессов в функционирующих нервных клетках, как было убедительно показано в целом ряде экспериментов со стимуляцией нейронов^(3, 12, 13). Это усиление синтетических процессов может быть направлено на образование новых структурных белков, идущих на построение добавочных дендритных ветвлений, шипиков синаптических контактов. В пользу такого предположения свидетельствуют данные, полученные при изучении компенсаторно-приспособительных реакций периферической⁽¹⁴⁾ и центральной^(15, 16) нервной системы при различных патологических состояниях и в эксперименте. Было обнаружено, что гипертрофия тел и ядер нейронов сопровождается утолщением отростков, а также новообразованием их ветвлений и синаптических оконча-

ний, т. е. происходят морфологические изменения, характеризующие истинную гипертрофию нервных клеток.

Отсюда становится понятным, что обнаруженное нами накопление белков в корковых нейронах в ранний восстановительный период после частичного повреждения спинного мозга может привести к структурной перестройке, способствующей более широкому участию коры головного мозга в компенсации нарушенных функций.

Институт высшей нервной деятельности
и нейрофизиологии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
20 IV 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Б. Казакова, В кн.: Электрофизиологические исследования компенсации функций при повреждении центральной нервной системы, М., 1968, стр. 215.
² П. Б. Казакова, Арх. патол., 30, 8, 32 (1968). ³ В. Я. Бродский, Трофика клетки, М., 1966. ⁴ Э. А. Асратян, В кн.: Проблема компенсаторных приспособлений, М., 1960, стр. 235. ⁵ С. Н. Иванова, В кн.: Электрофизиологические исследования компенсации функций при повреждении центральной нервной системы, М., 1968, стр. 198. ⁶ Н. И. Незлина, П. Б. Казакова, В кн.: Электрофизиологические исследования компенсации функций при повреждении центральной нервной системы, М., 1968, стр. 208. ⁷ Ю. Я. Гейнисман, Цитология, 8, 3, 348 (1966). ⁸ С. Х. Хайдарлиу, Цитология, 9, 6, 644 (1967). ⁹ H. Huddén, A. Pigon, J. Neurochem., 6, 1, 57 (1960). ¹⁰ Л. З. Певзнер, В. А. Коваль, А. А. Ручин, Цитология, 6, 2, 216 (1964). ¹¹ В. Н. Ярыгин, IX Международн. конгресс анатомов, Тез. докл., М., 1970, стр. 193. ¹² B. Droz, In: Intern. Rev. Cytol., 25, N. Y.—London, 1969, p. 363. ¹³ B. Jakoubek, B. Semiginovský, In: Intern. Rev. Neurobiol., 13, N. Y.—London, 1970, p. 255. ¹⁴ А. И. Струков, С. К. Лапин, Арх. патол., 18, 8, 21 (1956). ¹⁵ W. J. C. Verhaart, Comp. Neurol., 92, 1, 1 (1950). ¹⁶ К. Г. Щитков, Арх. патол., 21, 1, 29 (1959).