

В. Н. МАЦ

К ВОПРОСУ О РЕАКЦИИ ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНОЙ ГЛИИ
НА ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ
(МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ)

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 25 I 1966)

Участие перинейрональной, или так называемой сателлитной, глии в метаболическом обеспечении функциональной активности нейронов доказано микрохимически (¹⁻³) и др.). Для выяснения закономерностей реакции перинейрональной глии на усиленное функционирование представляло интерес провести исследование изменений сателлитов в зависимости от продолжительности нагрузки, используя размер ядер в качестве морфологического показателя метаболической активности глии.

Работа выполнена на самцах белых крыс, плававших с грузом в ¹/₁₁ веса их тела 5; 10; 20 и 40 мин. После окончания опыта крыс забивали обезглавливанием — по 5 подопытных и 5 контрольных животных на каждый срок плавания со средним весом тела соответственно 198; 205; 201 и 216 г. Поясничное утолщение спинного мозга подопытной и одинаковой с ней по весу тела контрольной крысы одновременно фиксировали в жидкости Карнуа и заливали в парафин-целлоидин. Серийные поперечные срезы (толщина 7 μ) поясничного утолщения спинного мозга контрольного и подопытного животных, наклеенные на одно предметное стекло, обрабатывали галлоцианином по методу Эйнарсона. На каждом 40-м срезе в вентролатеральном ядре переднего рога исследовали ядра сателлитов мотонейронов, т. е. глиальных клеток, отстоящих не далее 5 μ от цитоплазмы мотонейрона. Винтовым окуляр-микрометром при $\times 200$ увеличении 20—25 $\times$ измеряли больший и меньший диаметры ядер сателлитов, и произведение этих диаметров принимали за величину проектного поля ядра. Различия между размерами ядер сателлитов в контроле и опыте оценивали статистически, применяя критерий χ^2 для сравнения двух эмпирических выборок (⁴).

Таблица 1

Размеры ядер сателлитов всех исследованных мотонейронов

Продолжит. плавания, мин.	Число измеренных ядер		Ср. профильное поле ядра сателлитов		Отличие от контр. величины, %	Уровень значимости отличия (p)
	контроль	опыт	контр.	опыт		
5	227	249	24,8 $\pm$ 0,5	23,4 $\pm$ 0,5	94,3	0,500
10	278	283	25,3 $\pm$ 0,4	24,8 $\pm$ 0,4	98,0	0,750
20	246	253	26,1 $\pm$ 0,4	26,8 $\pm$ 0,4	102,7	0,500
40	391	388	27,4 $\pm$ 0,4	26,2 $\pm$ 0,4	95,6	0,050

Результаты этих измерений представлены в табл. 1. Нетрудно заметить, что через 40 мин. плавания отмечается незначительное, но статистически значимое уменьшение величины ядер сателлитов.

Далее был проведен дифференцированный анализ размеров ядер сателлитов, прилежащих к мотонейронам с высокой, средней и низкой ко-

К статье В. П. Мац, стр. 1474

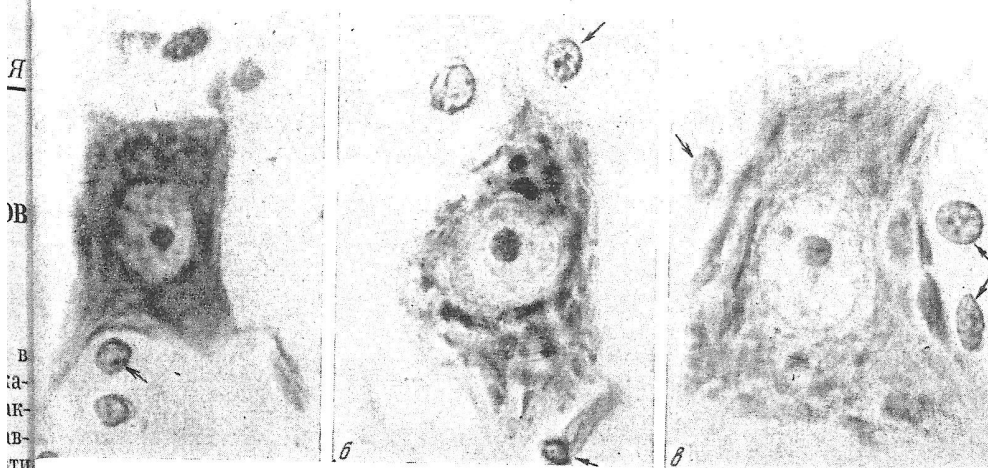


Рис. 1. Мотонейроны с высокой (а), средней (б) и низкой (в) концентрацией цитоплазматической РНК и прилежащие к ним сателлиты (показаны стрелками). 6-й поясничный сегмент спинного мозга контрольной крысы. Окраска галлоцианином по Эйнарсону. Ок. 5, об. 90× (масл. имм.)

К статье Т. С. Сотниченко, стр. 1477

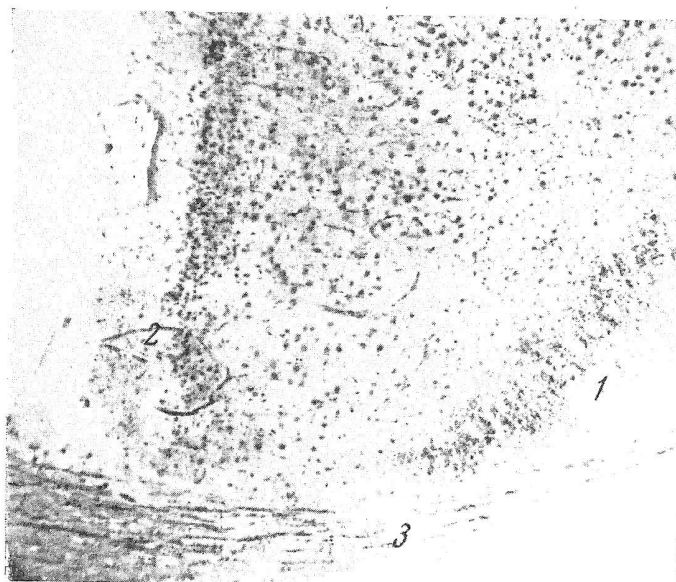


Рис. 3. Лимбическая область крысы при повреждении медиальной части поясного пучка. 1 — медиальная часть поясного пучка, 2 — первый слой коры, 3 — мозолистое тело. Науга. Ок. 10, об. 8×

Таблица 2

Размеры ядер сателлитов, прилежащих к мотонейронам с высокой (В), средней (С) и низкой (Н) концентрацией цитоплазматической РНК

Продолжит. плавания, мин.	Концентр. РНК	Число измеренных ядер		Ср. профильное поле ядра сателлитов, μ^2		Отличие от контр. величины, %	Уровень значимости отличия (p)
		контр.	опыт	контр.	опыт		
5	В	40	55	$23,5 \pm 1,4$	$17,7 \pm 0,9$	75,3	0,001
	С	129	126	$25,3 \pm 0,7$	$25,4 \pm 0,7$	100,4	0,950
	Н	58	68	$24,6 \pm 0,5$	$24,6 \pm 1,1$	100,0	0,900
10	В	59	58	$24,7 \pm 1,0$	$24,9 \pm 0,8$	100,8	0,900
	С	134	137	$25,7 \pm 0,6$	$24,7 \pm 0,6$	96,1	0,250
	Н	85	88	$25,2 \pm 0,6$	$25,0 \pm 0,8$	99,2	0,900
20	В	58	63	$23,6 \pm 0,6$	$25,3 \pm 0,8$	107,2	0,100
	С	122	119	$27,1 \pm 0,6$	$26,7 \pm 0,6$	98,5	0,750
	Н	66	71	$26,5 \pm 0,8$	$28,2 \pm 0,9$	106,4	0,250
40	В	63	112	$27,7 \pm 0,8$	$23,3 \pm 0,7$	84,0	0,025
	С	200	193	$26,7 \pm 0,5$	$27,2 \pm 0,5$	101,8	0,750
	Н	128	83	$28,2 \pm 0,7$	$28,0 \pm 0,7$	99,3	0,900

концентрацией цитоплазматической РНК (рис. 1), так как ранее в аналогичных условиях опыта было показано ⁽⁵⁾, что реакция перинейрональной глии в виде увеличения числа сателлитов наблюдается только у мотонейронов с высокой концентрацией РНК. Полученные данные приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, статистически существенные изменения отмечаются через 5 и 40 мин. плавания только со стороны сателлитов, окружающих мотонейроны с высокой концентрацией РНК. Они выражаются в значительном уменьшении размеров ядер, чем и обусловлены, в частности, сдвиги, выявленные при суммарном анализе сателлитов у всех исследованных мотонейронов (см. табл. 1).

Несмотря на некоторое отличие в размерах ядер сателлитов у отдельных групп контрольных животных (табл. 1 и 2), сопоставление данных в контроле и опыте по каждому сроку плавания можно считать правильным, поскольку пары контрольных и опытных животных подбирались одинаковыми по весу тела, и спинной мозг их обрабатывался одновременно.

Такое сопоставление показывает прежде всего, что размеры ядер уменьшаются только у сателлитов, прилежащих к мотонейронам с высокой концентрацией РНК. Очевидно, такая избирательная реакция перинейрональной глии обусловлена функциональными особенностями данных нейронов. Действительно, обнаружено, что мотонейроны с высокой концентрацией, как спинальные мотонейроны наименьшего размера ⁽⁶⁾, являются наиболее возбудимыми ⁽⁷⁾. Повышенная возбудимость и, следовательно, раннее включение в работу должны, по-видимому, сочетаться с наличием в этих нейронах интенсивных метаболических и ионнообменных процессов, которые осуществляются при участии перинейрональной глии ^(1-3, 8-10). Не удивительно поэтому, что изменение нейроно-глиальных соотношений мы наблюдали только со стороны мотонейронов с высокой концентрацией РНК.

Анализ динамики морфологических изменений перинейрональной глии дает основания полагать, что уменьшение размеров ядер сателлитов является своеобразной реакцией на включение нейронов в работу, которая отражает повышение уровня метаболизма в системе нейрон — перинейрональная глия. Так, уже через 5 мин. после начала плавания уменьшается величина ядер сателлитов у мотонейронов, обладающих высокой

концентрацией РНК. В дальнейшем эта реакция на включение в работу исчезает (10 и 20 мин. плавания) и появляется вновь только через 40 мин. плавания. В этот срок в части мотонейронов средняя и низкая концентрация РНК в цитоплазме изменяется на высокую (⁵, ⁷). Вовлечение таких мотонейронов в интенсивное функционирование и объясняет, вероятно, реакцию перинейрональной глии на включение в работу.

Таким образом, изменения величины ядер сателлитов могут рассматриваться как индикатор, позволяющий по реакции перинейрональной глии определить момент включения нейронов в работу.

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии
Академии наук СССР

Поступило
19 I 1966

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Hyden, A. Pigon, J. Neurochem., 6, 1, 57 (1960). ² Н. Hyden, P. Lange, Regional Neurochemistry, Oxford, 1961, p. 190. ³ A. Hamberger, Acta physiol. scand., 58, Suppl. 203, 1 (1963). ⁴ П. Ф. Рокицкий, Биологическая статистика, Минск, 1964. ⁵ М. М. Александровская, Ю. Я. Гейнисман, В. Н. Мац, Журн. невропатол. и психиатр., 65, 2, 161 (1965). ⁶ Ю. Я. Гейнисман, Арх. патол., в. 10, 76 (1965). ⁷ E. Henneman, G. Somjen, D. O. Carpenter, J. Neurophysiol., 28, 3, 599 (1965). ⁸ H. M. Gerschenfeld, F. Wald et al., Neurology, 9, 6, 412 (1959). ⁹ A. van Harreveld, J. P. Schade, Structure and Function of the Cerebral Cortex, London, 1960, p. 239. ¹⁰ J. G. Nicholls, S. W. Kuffler, J. Neurophysiol., 28, 3, 519 (1965).