

УДК 612.826.2:612.83

Л. А. Савоськина, В. А. Майский

ХАРАКТЕРИСТИКА СПИНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ ДОРСО-ЛАТЕРАЛЬНОЙ ПОКРЫШКИ МОСТА

Большой вклад в понимание механизмов надспинального контроля внесли исследования организации проекций нисходящих моноаминэргических систем спинного мозга с помощью методов люминесцентной гистохимии [4, 5], хотя проекции эти изучались от всех моноаминэргических источников в целом. Методом ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрена было показано [11], что большая группа нейронов дорсолатеральной покрышки моста, локализовавшаяся в голубом пятне и прилежащих к нему областях и совпадающая с моноаминэргическими нейронами этих областей, образует нисходящую супраспинальную систему. Существует обширная литература относительно функционального значения этого пятна и его восходящих влияний на гипоталамус, гиппокамп и кору больших полушарий [9, 10, 15, 17]. Однако остается совершенно невыясненной морфологическая организация нисходящих проекций из голубого пятна на спинной мозг, хотя предварительные данные об облегчении спинальных рефлексов и механизмов локомоции при раздражении этого пятна или нисходящей моноаминэргической системы волокон уже имеются [1, 7].

С помощью методов экспериментальной дегенерации мы изучали характер организации нисходящих проекций от ядер дорсолатеральной покрышки моста на спинной мозг.

Методика исследований

Опыты проведены на 11 взрослых кошках весом 3,5—4 кг. В стерильных условиях и под нембуталовым наркозом производились одно- и двусторонние электролитические точечные разрушения различных областей покрышки моста (сила тока 1 мА, продолжительность — 30 с, диаметр неизолированного платинового электрода 500 или 300 мкм. Спустя три—семь дней после предварительной операции животных перфузировали 10% раствором формалина. Извлекали продолговатый и спинной мозг и после соответствующей обработки ткани по модифицированному методу Финк — Хаймера II [6] изучали в оптическом микроскопе распределение дегенерирующих элементов на фронтальных срезах мозга. Локализации разрушения фотографировали и переносили на схемы поперечных срезов мозга, вычерченные в определенном масштабе.

Результаты исследований и их обсуждение

Точное разрушение голубого пятна представляло некоторые трудности, так как оно незначительных размеров (4 мм в длину и 2 мм в ширину) и плотно прилегает кocerebellо-галамическому и рубро-спинальному трактам. Нейроны рядом расположенной ретикулярной формации моста внедряются в голубое пятно, и ретикулярные нейроны можно отличить от катехоламинсодержащих клеток ядра только по их форме и размерам.

На пятый день после двустороннего электролитического разрушения ретикулярной формации моста, прилежащей к голубому пятну, об-

наруживалось большое количество дегенерирующих претерминалей и терминалей в центральной части серого вещества на всем протяжении спинного мозга. Дегенерация захватывала VII и VIII пластины, по Рекседу, полностью отсутствовала в моторных ядрах вентрального рога и в дорсальном роге (рис. 1). В этом случае разрушения не обнаружено дегенерирующих окончаний в симпатических латеральных ядрах спинного мозга.

При более глубоком введении коагулирующего электрода постоянно наблюдалось разрушение голубого пятна (*locus ceruleus*) и облас-

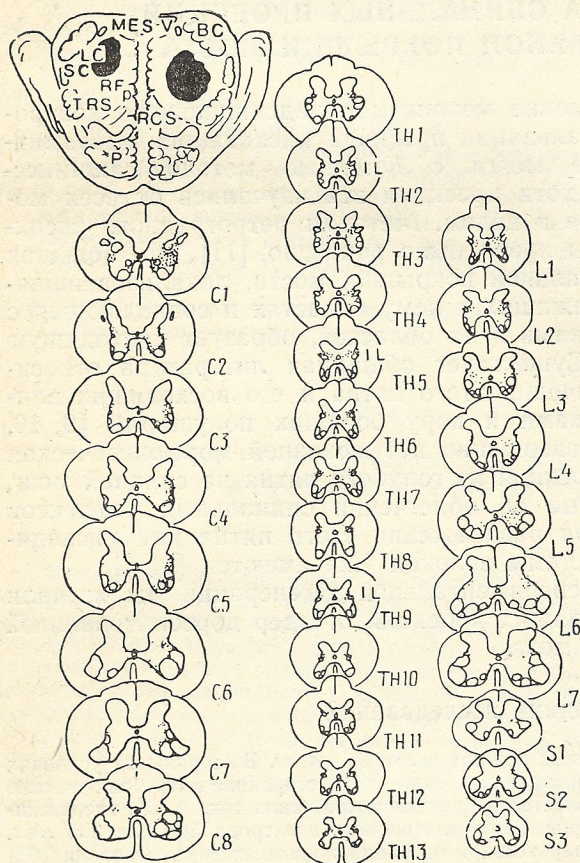


Рис. 1. Схема распределения дегенерирующих ретикулярных волокон в спинном мозге (C1-C8, TH1-TH13, L1-L7, S1-S3). Дегенерирующие претерминали и терминали (показано точками) на пятый день после разрушения ретикулярной формации моста.

Слева сверху — фронтальный срез ствола мозга — на уровне разрушения. MES. V — мезэнцефалическое ядро тройничного нерва; BC — cerebello-таламический тракт; LC и SC — область голубого пятна; RFp — ретикулярная формация моста; TRS — рубро-спинальный тракт; RCS — центральное ядро шва; P — пирамидный тракт.

ти, расположенной под голубым ядром (*nucl. subceruleus*), включая и рубро-спинальный тракт.

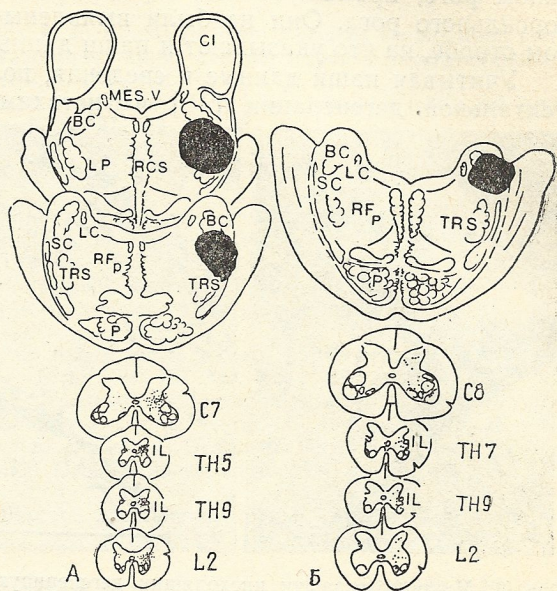
Когда разрушение голубого пятна сопровождалось повреждением волокон рубро-спинального тракта, дегенерирующие элементы концентрировались с ипсилатеральной стороны в латеральных участках основания дорсального рога и занимали VI и VII пластины, по Рекседу, на всем протяжении спинного мозга. Незначительная дегенерация отмечалась в идентичных областях серого вещества с контралатеральной разрушению стороны (рис. 2, A). И в этом случае на уровне грудных сегментов не наблюдалось дегенерирующих претерминалей и терминалей непосредственно в латеральных симпатических ядрах спинного мозга.

При коагуляции голубого пятна с повреждением только cerebello-таламического тракта отмечена незначительная дегенерация воло-

кон тонкого калибра с ипсилатеральной разрушению стороны в вентральном и дорсальном роге некоторых шейных, грудных и верхних поясничных сегментов (рис. 2, Б). В шейных сегментах дегенерирующие претерминали и терминали были распределены в вентральном роге и в вентральной половине дорсального рога. В грудных сегментах дегенерирующие элементы больше были сосредоточены в промежуточном се-

Рис. 2. Схема распределения дегенерирующих рубро-спинальных (А) и церуло-спинальных волокон (Б).

LP — латеральный мост; IL — латеральное симпатическое ядро; CI — нижнее двуххолмие. Остальные обозначения — см. рис. 1.



ром веществе. В поясничных сегментах дегенерирующие волокна были рассеяны по всему серому веществу. В латеральных симпатических ядрах спинного мозга не выявлено дегенерирующих элементов.

На рис. 3 приводятся микрофотографии дегенерирующих претерминалей и терминалей рубро-спинальных, ретикуло-спинальных и церуло-спинальных волокон.

Наши данные, полученные при разрушении рубро-спинального тракта на уровне моста, совпадают с результатами разрушения непосредственно красного ядра, что было проведено ранее [2, 12]. Однако, по нашим данным, дегенерация была более обширной, а дегенерирующие претерминали и терминали отмечены с контралатеральной разрушению стороны, что указывает на повреждение и группы клеток, прилежащей к рубро-спинальному тракту. Методом ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрена было установлено, что эта группа клеток образует нисходящую в спинном мозге перекрестную систему волокон [11]. Нисходящая из красного ядра латеральная система, активизирующая в спинном мозге интернейроны наружной базиллярной области, близка в функциональном отношении с кортико-спинальной системой. Поступающие по этим системам сигналы вызывают сходные эффекты в мотонейронах. Наличие конвергенции кортико- и рубро-спинальных латеральных нисходящих систем на одних и тех же интернейронах показано в электрофизиологических работах [3].

Окончания ретикуло-спинальной нисходящей системы обнаруживались в дорсолатеральной части вентрального рога (VIII пластина) на всем протяжении спинного мозга. Дегенерация распространялась в вентральную часть серого вещества.

Выявленное в наших опытах распределение дегенерирующих волокон в спинном мозге после разрушения голубого пятна сходно с данными, полученными методом флуоресцентной гистохимии [13], где показано, что катехоламинсодержащие нервные волокна проходят в вентролатеральном канатике спинного мозга и распределяются в вентральном роге, промежуточном сером веществе и вентральной половине дорсального рога. Они не были выявлены в симпатическом латеральном столбе, на что указывают и наши данные.

Учитывая наши данные и сведения, полученные методами экспериментальной дегенерации [16] и гистохимическими методами [8, 14],

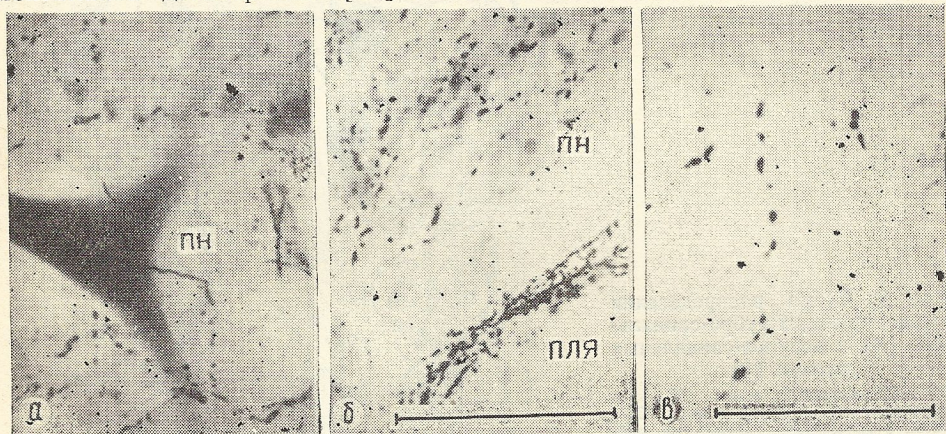


Рис. 3. Микрофотографии нисходящих дегенерирующих волокон в спинном (а—в) мозге.

Ретикулоспинальные волокна в дорсо-латеральной части вентрального рога (а); рубро-спинальные волокна в основании дорсального рога (б); церулео-спинальные волокна в вентральном роге (в). ПН — промежуточный нейрон; ПЛЯ — промежуточное латеральное ядро. Масштаб 50 мкм на б, 25 мкм на в; увеличение на а и б одинаковое.

показавшие широкие проекции от голубого пятна на многие структуры головного мозга и спинной мозг, норадренэргическую группу клеток дорсолатеральной покрышки моста можно рассматривать в качестве диффузной системы. Недавно установлено, что моноаминэргические системы волокон в спинном мозге оказывают облегчающее влияние на спинальные рефлексы [1].

В наших опытах не было обнаружено дегенерирующих окончаний в латеральном симпатическом столбе спинного мозга как при нарушении голубого пятна, так и при разрушении структур покрышки моста. Эти данные позволяют заключить, что центральная регуляция симпатической функции спинного мозга осуществляется со стороны других супраспинальных нисходящих систем.

Л и т е р а т у р а

1. Баев К. В. Ритмические разряды в двигательных нервах задней конечности децеребрированной обездвиженной кошки, вызываемые внутривенным введением ДОФА.— *Нейрофизиология*, 1977, 9, № 2, с. 210—212.
2. Костюк П. Г., Скибо Г. Г. Изучение синаптических связей волокон рубро-спинального тракта в спинном мозге кошки.— *Нейрофизиология*, 1974, 6, № 6, с. 610—618.
3. Bayev K. V., Kostyuk P. G. Convergence of cortico- and rubrospinal influences of interneurons of cat cervical spinal cord.— *Brain Res.*, 1973, 52, (complete), p. 159—177.
4. Carlsson A., Falck B., Fuxe K., Hillarp N. A Cellular localization of monoamines in the spinal cord.— *Acta physiol. scand.*, 1964, 60, N 1, p. 112—119.
5. Dahlström A., Fuxe K. II. Experimentally induced changes in the intraneuronal amine

- levels of bulbospinal neuron systems.—*Acta physiol. scand.*, 1964, **62**, Suppl. 232, p. 6—35.
6. Fink R. P., Heimer L. Two methods for selective silver impregnation of degenerating axons and their synaptic endings in the central nervous system.—*Brain Res.*, 1974 **4**, N 2, p. 369—374.
 7. Grillner S. Locomotion in vertebrates: central mechanisms and reflex interaction.—*Physiol. Rev.*, 1975, **55**, p. 247—307.
 8. Ishikawa M., Shimada S., Tanaka Ch. Histochemical mapping of catecholamine neurons and fibre pathways in the pontine tegmentum of the dog.—*Brain Res.*, 1975, **86**, N 1, p. 1—16.
 9. Jones B. E., Harper S. T., Halaris A. E. Effects of locus coeruleus lesions upon cerebral monoamine content. Sleep wakefulness states and the response to amphetamine in the cat.—*Brain Res.*, 1977, **124**, N 3, p. 473—496.
 10. Jones B. E., Moore R. Y. Ascending projections of the locus coeruleus in the rat (autoradiographic study).—*Brain Res.*, 1977, **127**, N 1, p. 23—53.
 11. Kuypers H. G. J. M., Maisky V. A. Retrograde axonal transport of horseradish peroxidase from spinal cord to brain stem cell groups in the cat.—*Neuroscience Letters*, 1975, **1**, N 1, p. 9—14.
 12. Nyberg—Hansen R., Brodal A. Sites and mode of termination of rubrospinal fibers in cat. An experimental study with silver impregnation method.—*J. Anatomy*, 1964, **98**, p. 235—253.
 13. Nygren L.-G., Olson L. A new major projection from locus coeruleus: the main source of noradrenergic nerve terminals in the ventral and dorsal columns of the spinal cord.—*Brain Res.*, 1977, **132**, N 1, p. 85—93.
 14. Olson L., Fuxe K. Further mapping out of central noradrenaline neuron systems: Projections of the subcoeruleus area.—*Brain Res.*, 1972, **43**, N 2, p. 289—295.
 15. Pickel V. M., Segal M., Bloom F. E. An autoradiographic study of the efferent pathways of the nucleus locus coeruleus.—*J. Comp. Neurol.*, 1974, **155**, N 1, p. 15—42.
 16. Shimizu N., Ohnishi S., Tohyama M., Maeda T. Demonstration by degeneration silver method of the ascending projection from the locus coeruleus.—*Exp. Brain Res.*, 1974, **21**, N 1, p. 181—192.
 17. Ungerstedt U. Stereotaxic mapping of the monoamine pathways in the rat brain.—*Acta physiol. scand.*, 1971, **83**, Suppl. 367, p. 1—48.

Отдел общей физиологии нервной системы
Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию
25.X 1978 г.

L. A. Savos'kina, V. A. Maisky

CHARACTERISTIC OF THE SPINAL PROJECTIONS OF THE DORSOLATERAL TEGMENTUM OF THE PONS

Summary

Using the Fink-Heimer technique it is shown that the area of the nucleus locus coeruleus gives a descending system of fibres. These fibres were distributed in the ventral horn and ventral half of the dorsal horn of the spinal cord ipsilaterally.

Degenerating fibres are not observed in the lateral sympathetic column after a destruction of the nucleus coeruleus or of other parts of the dorsolateral tegmentum of the pons.

Department of General Physiology
of Nervous System, A. A. Bogomoletz
Institute of Physiology, Academy of
Sciences, Ukrainian SSR, Kiev