

В. Ю. ЕРМОЛАЕВА

**МОРФОЛОГИЯ СВЯЗЕЙ ВЕНТРО-БАЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
ТАЛАМУСА С 1-й И 2-й СОМАТОСЕНСОРНЫМИ ЗОНАМИ КОРЫ**

(Представлено академиком В. И. Черниговским 15 VI 1970)

В настоящее время с помощью макро- и микроэлектрофизиологических методов сравнительно подробно изучена функциональная организация нейтронов 1-й и 2-й соматосенсорных зон коры (S_1 и S_2) (^{1, 3, 13}). Вместе с тем вопрос о морфологии афферентных связей этих зон изучен крайне мало. До недавнего времени, единичные литературные данные лишь констатировали факт проекции задне-вентрального ядра таламуса в S_1 и S_2 (^{2, 7, 12}). Это ядро по классификации таламических ядер, предложенной в (⁶), обозначается как вентро-базальный комплекс (VB). В данной работе будет использован последний термин и его обозначения. Некоторые сведения о распределении таламо-кортикальных волокон VB были получены в самое последнее время (⁹), но и они не дают представления о топографических особенностях распределения афферентных волокон в пределах самих соматосенсорных зон. Исходя из сказанного, мы считали важным подвергнуть изучению морфологию связей S_1 и S_2 , возникающих в VB и задней группе ядер (PO) (⁹), специально обращая внимание на особенности соматотопической локализации терминальных полей.

Экспериментально-морфологическое исследование выполнено на взрослых кошках методом аксонной—терминальной дегенерации при электролитическом разрушении VB и PO. Электрод вводили вертикально согласно стереотаксическим координатам атласа (⁸). Операции проводили в стерильных условиях под гексеналовым наркозом. Коагулирующие электроды изготовляли из константановой проволоки диаметром 150 μ в стеклянной изоляции. Индифферентный электрод в виде металлической пластинки укрепляли в области затылка. В связи с отлаживанием методики электрокоагуляции было прооперировано 17 кошек, однако для последующего гистологического исследования на терминальную дегенерацию был отобран материал только шести животных. В проводимых нами условиях локальное разрушение удавалось получить при силе тока 4—5 ма в течение 20—30 сек., а при силе тока 2 ма за время 50—60 сек. Для контроля на одном животном электрод вводили в VB без его последующей электрокоагуляции. Животных забивали через 7—8 суток после операции в момент перфузии мозга сначала физиологическим раствором, затем 10% нейтральным формалином. Длительность фиксации мозга 4—5 недель. Материал импрегнировали по Наута—Гигакс. Параллельно срезы мозга одного животного окрашивали по Fink—Heimer (⁴). Кора соматосенсорных зон изучалась серийно на фронтальных срезах, проходящих через ствол мозга и включающих оба полушария. Окрашивали каждый 6—7-й срезы. Толщина срезов 25—30 μ . Для цитологического исследования ядер таламуса срезы через очаг повреждения окрашивали модифицированным нами методом Ниссля. При идентификации стволовых структур были использованы атласы (^{5, 10}).

Гистологическое исследование импрегнированных препаратов коры S_1 и S_2 контрольного животного не обнаружило дегенерации волокон в этих зонах, но распад проводников отмечался в центральной части латеральной извилины в области прокола коры электродом.

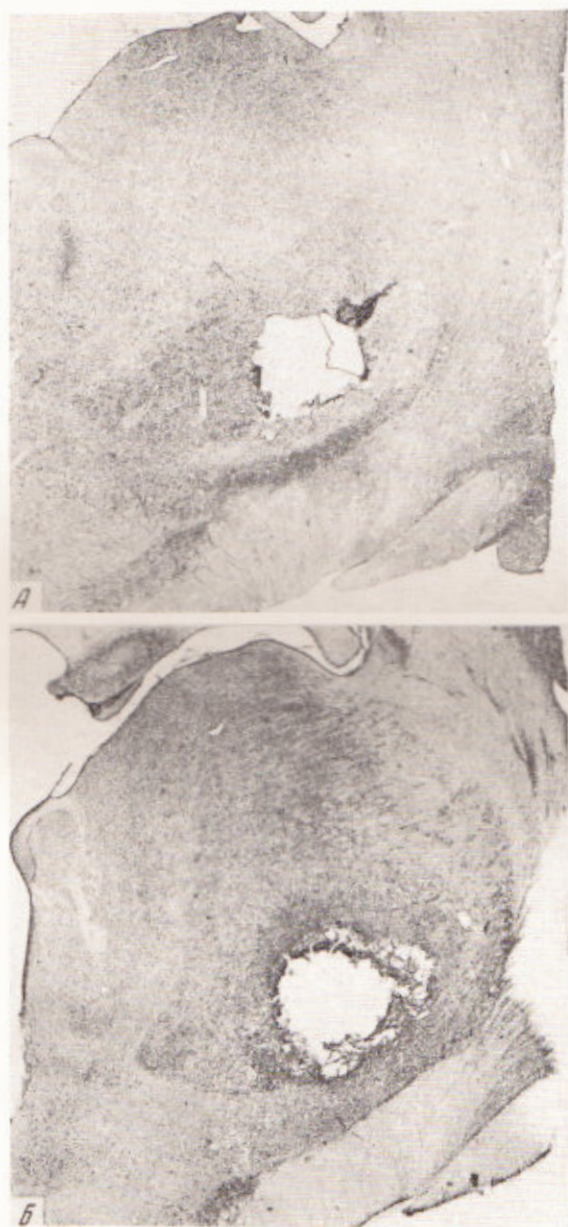


Рис. 1. Локализация участков повреждения вентро-
базального комплекса. Фронтальные срезы мозга
через область максимального повреждения. А — кот
№ 12, Б — кот № 17

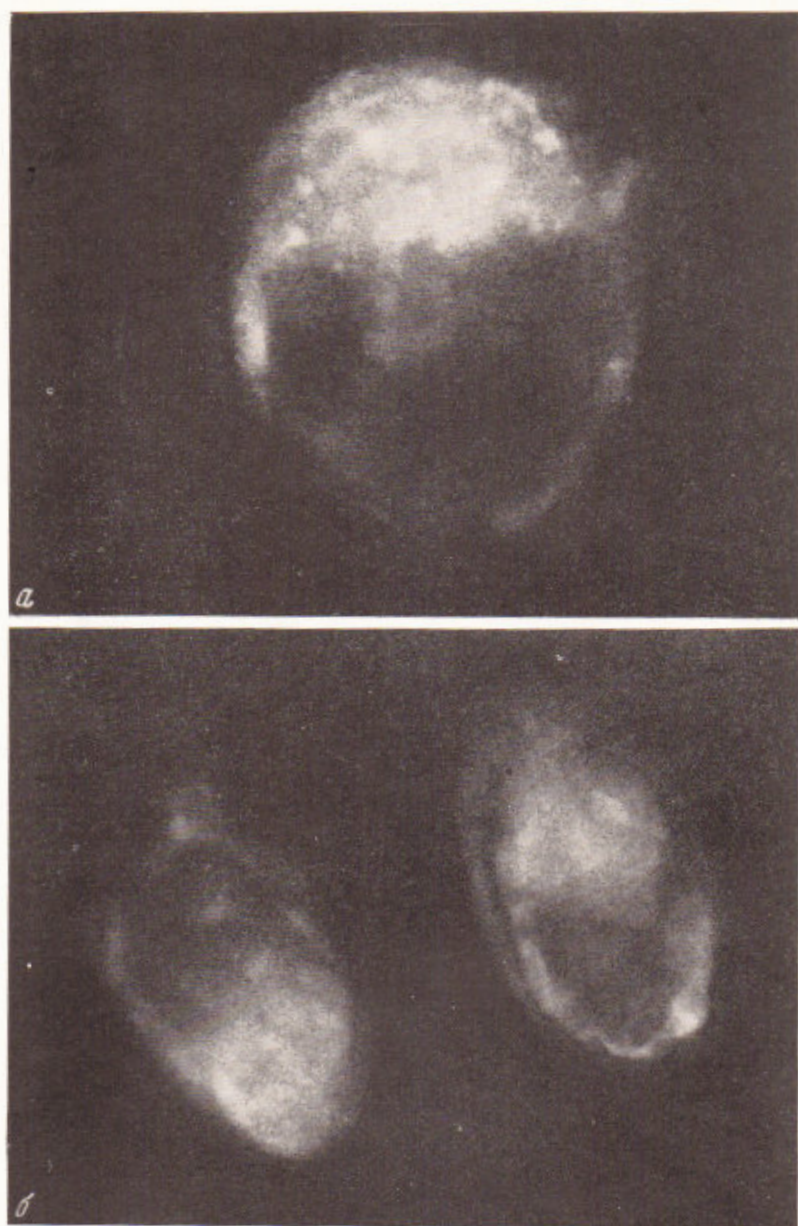


Рис. 1. Общий вид флуоресцирующих бластоцист крыс из серии «обработанные» (5 день беременности). Ок. 3, об. 20 × 0,40. Абсолютные размеры диаметра бластоцист: *a* — ~ 75 м, *b* — (по длинной оси) ~ 95 м. Увел. при репрод. разное

Излагаемые ниже результаты морфологического анализа получены при повреждении, ограничивающемся только VB (4 кошки), и повреждении VB вместе с задней группой ядер, PO (2 кошки). Последние, по данным авторов (*), включает в себя надколенчатое ядро (*N. suprageniculatum*), латеральную часть заднего латерального ядра (*N. lateralis posterior*) и каудальный полюс задне-вентрального ядра (*N. ventralis posteromedialis*).

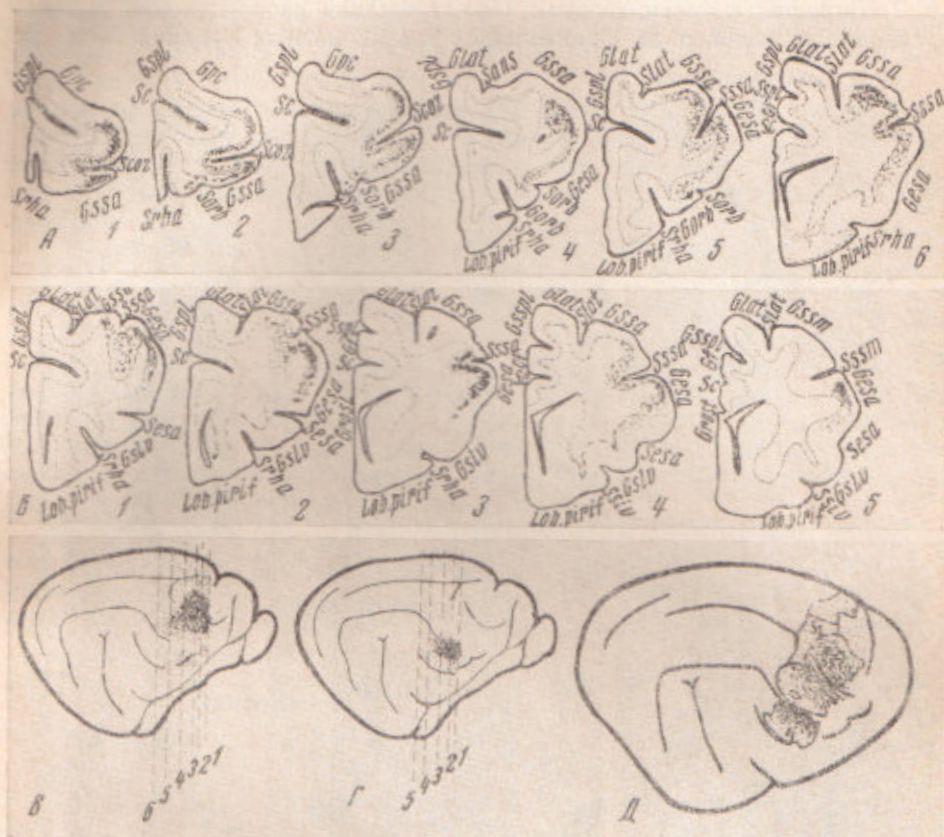


Рис. 2. Локализация терминальных полей таламо-кортикальных волокон на серии фронтальных срезов через S_1 (A) (кот № 12) и через S_2 (B) (кот № 17). Проекция на латеральную поверхность S_1 (B), на S_2 (Г) и на соматотопическую карту (^{11, 13}) (D). Цифры соответствуют уровням фронтальных срезов. Обозначения: *Gf* — сводчатая извилина, *Gcor* — коронарная извилина, *Scor* — коронарная борозда, *Gesa* — эктосильвиева извилина, *Sesa* — эктосильвиева борозда, *Glat* — латеральная извилина, *Slat* — латеральная борозда, *Gorb* — орбитальная извилина, *Sorb* — орбитальная борозда, *Gpc* — постцентральная извилина, *Sc* — крестовидная борозда, *Grost* — ростральная извилина, *Gsspl* — супраспленниальная извилина, *Gspl* — спленниальная извилина, *Sspl* — спленниальная борозда, *Gssa* — передняя супрасильвиева извилина, *Sssa* — передняя супрасильвиева борозда, *Gsylv* — сильвиева извилина, *Lob. pirif* — пириформная доля, *Ssha* — передняя репальная борозда

Реконструкция срезов через повреждение показала, что в рассматриваемых случаях при локальном повреждении VB площадь разрушения в среднем составляла $1,5 \times 2$ или $1,5 \text{ мм}^2$. Очаги локализовались на уровне фронтального плана 8—10 по атласу (³) и захватывали всю центральную массу ядра. Два типичных примера, демонстрирующих область максимального повреждения, представлены на рис. 1.

Микроскопия препаратов разных фронтальных уровней зоны после разрушения VB показала, что максимальное скопление распавшихся во-

локон выявлялось в коронарной извилине, в коре стенок и дна коронарной борозды и в дорсальной половине передней супрасильвиевой извилины. В то же время в задней сигмовидной извилине на всех ее уровнях выявлялось лишь умеренное количество дегенерированных волокон. Еще меньше распавшихся систем обнаруживалось в латеральной извилине, в ее переднем полюсе. Обращало также внимание, что дегенерированные связи полностью отсутствовали на дне латеральной борозды и дне *s. apertus*. Весьма немногочисленными были и связи с спениальной извилиной. Топография и сравнительная характеристика распределения таламокортикальных волокон на фронтальных срезах разных уровней S_1 и их

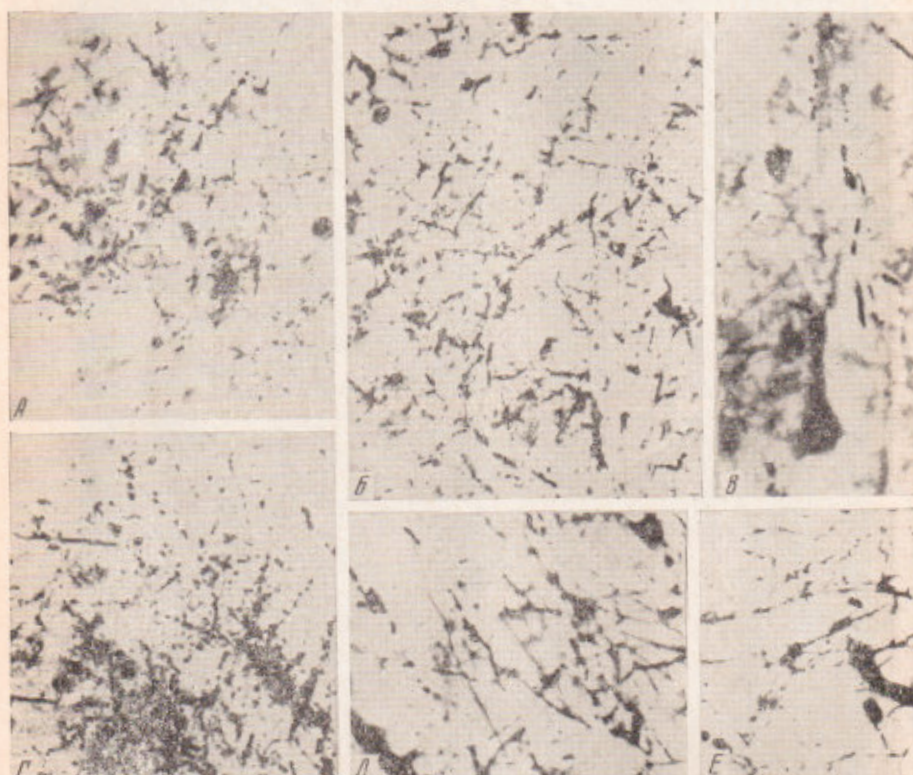


Рис. 3. Микрофотографии препаратов, окрашенных по Наута — Гигакс, демонстрирующие распад волокон и терминалей: *A* — в слое III коры дна коронарной борозды — S_1 , *B* — в верхнем подслое слоя III дорсального участка передней эктосильвиевой извилины — S_2 , *B* — там же в нижнем подслое слоя III, *Г* — в верхних отделах слоя III центральной части передней супрасильвиевой извилины — S_1 , *Д* — в слое IV вентрального участка орбитальной извилины, *Е* — в слое I центрального участка этой же извилины. Об. 20 ×, ок. 10 ×. На кадре *Г* — об. 40 ×, ок. 10 ×

проекция на латеральную поверхность полушария представлены на рис. 2*A* и *B* (кот № 12). Сопоставление полученных морфологических данных с соматотопическими картами (¹¹, ¹²), одна из которых изображена на рис. 2*Д*, позволило заключить, что в зоне S_1 наибольшее количество афферентных волокон заканчивается в области представительства передних лап, рта и вибриссов.

При гистологическом анализе серий препаратов S_2 отмечалось массовое скопление распавшихся волокон в дорсальной половине передней эктосильвиевой извилины и на дне одноименной борозды, причем в ростральных отделах извилины концентрировалось больше волокон, чем в каудальной половине. По мере следования в вентральном направлении

концентрация распавшихся систем заметно уменьшалась (рис. 2Б и Г). Так же как и при микроскопии коры S_1 , дегенерированные системы обнаруживались в VI, V, IV и III слоях, но следует подчеркнуть, что терминальные поля систем, как правило, располагались в IV и III слоях. Именно в этих слоях удавалось наблюдать и патологически измененные синапсы на препаратах, окрашенных по Fink — Heimer (⁴). На разных кадрах рис. 3, демонстрирующих распад терминалей, можно видеть, что описываемые таламо-кортикальные связи образованы тонкими волокнами. Только в отдельных полях зрения наблюдались толстые проходящие волокна. Такие же волокна иногда выявлялись и в поле 4, попутно нами обследованном. Необходимо заметить, что в поле 4 обнаруживались единичные дегенерированные связи. За пределами зон S_1 и S_2 значительное число терминалей выявлялось лишь в орбитальной коре, и хотя здесь они встречались и в слое I (рис. 3Д и Е), однако были менее многочисленны, чем в коронарной извилине или дорсальных отделах передней эктосильвиевой извилины.

Анализируя распределение таламических эфферентов в разных участках S_2 (рис. 2Б и Г) и сопоставляя полученную морфологическую картину с соматотопикой этой зоны (¹¹, ¹²), изображенной на рис. 2Д, можно наблюдать ту же особенность локализации терминальных полей, что и в зоне S_1 . А именно, наибольшее число волокон, возникающих в VB, оканчивается на участках, соответствующих проекциям передних конечностей, рта, вибриссов, носа. Это позволяет, в свою очередь, сделать общее заключение о том, что в обеих соматосенсорных зонах проекции указанных частей тела снабжены наиболее многочисленными связями, возникающими в лемнисковом таламическом реле.

На препаратах, полученных после повреждения VB и PO, обнаруживалось большее число волокон, по сравнению с описанными выше примерами, только в S_2 , причем увеличение концентрации терминалей отмечалось по всей территории этой зоны.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР
Ленинград

Поступило
5 VI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Василевский, Нейронные механизмы коры больших полушарий, 1968. ² Н. Akimoto, K. Negishi, K. Yamada, *Folia psychiatr. et neur. Japan*, 10, № 1, 39 (1956). ³ D. Albe-Fessard, *Contributions to Sens. Physiol.*, 2, 101 (1967). ⁴ R. Fink, L. Heimer, *Brain Res.*, 4, № 4, 369 (1967). ⁵ H. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan, *A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat*, Ottawa, Canada, 1954. ⁶ E. G. Jones, T. P. S. Powell, *Brain Res.*, 13, № 2, 298 (1969). ⁷ G. Macchi, F. Angeleri, G. Guazzi, *J. Comp. Neurol.*, 111, № 3, 387 (1959). ⁸ J. E. Rose, V. B. Mountcastle, *J. Comp. Neurol.*, 97, № 3, 441 (1952). ⁹ J. E. Rose, C. N. Woolsey, *Cortical Connections and Functional Organization of the Thalamic Auditory System of the Cat*. In: *Biological and Biochemical Bases of Behavior*, 1958, p. 127. ¹⁰ R. S. Snider, W. T. Niemer, *A Stereotaxic Atlas of the Cat Brain*, Chicago, 1961. ¹¹ R. Thompson, R. Johnson, J. Hoopes, *J. Neurophysiol.*, 26, № 3, 343 (1963). ¹² W. H. Waller, *J. Comp. Neurol.*, 73, № 1, 117 (1940). ¹³ C. N. Woolsey, *Organization of Somatic Sensory and Motor Areas of the Cerebral Cortex*, 1958.