

*Н.С. Меркульева*

## ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПАТТЕРН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗЫ В ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЕ У КОТЯТ

Лаборатория нейроморфологии (зав. — д-р мед. наук Ф.Н. Макаров) Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

Целью настоящей работы являлось изучение распределения активности фермента цитохромоксидазы в зрительной коре у котят в норме. Использован метод компьютерной фильтрации оцифрованных изображений фронтальных срезов. Показано наличие регулярного чередования активности фермента в слоях III, IV и VI поля 17 и в слоях IV и VI поля 18.

**Ключевые слова:** цитохромоксидаза, зрительная кора, фильтрация изображений.

Зрительные поля 17 и 18 коры мозга состоят из нескольких систем модулей, одной из которых являются колонки глазодоминантности, образуемые ветвлением приходящих в слой IV геникулятных волокон [1]. Пока неизвестно, различаются ли нейроны в пределах отдельно взятой колонки, но физиологические характеристики этих нейронов предполагают такие различия.

Одним из методов, позволяющих оценить функционально-метаболическую активность нейронов, является методика выявления активности митохондриального фермента цитохромоксидазы (ЦХО) [5]. Принято считать, что в норме распределение активности ЦХО в пределах геникулорецепиентных слоев полей 17 и 18 является однородным [5]. Целью настоящей работы является исследование распределения активности ЦХО в полях 17 и 18 коры мозга кошек в норме.

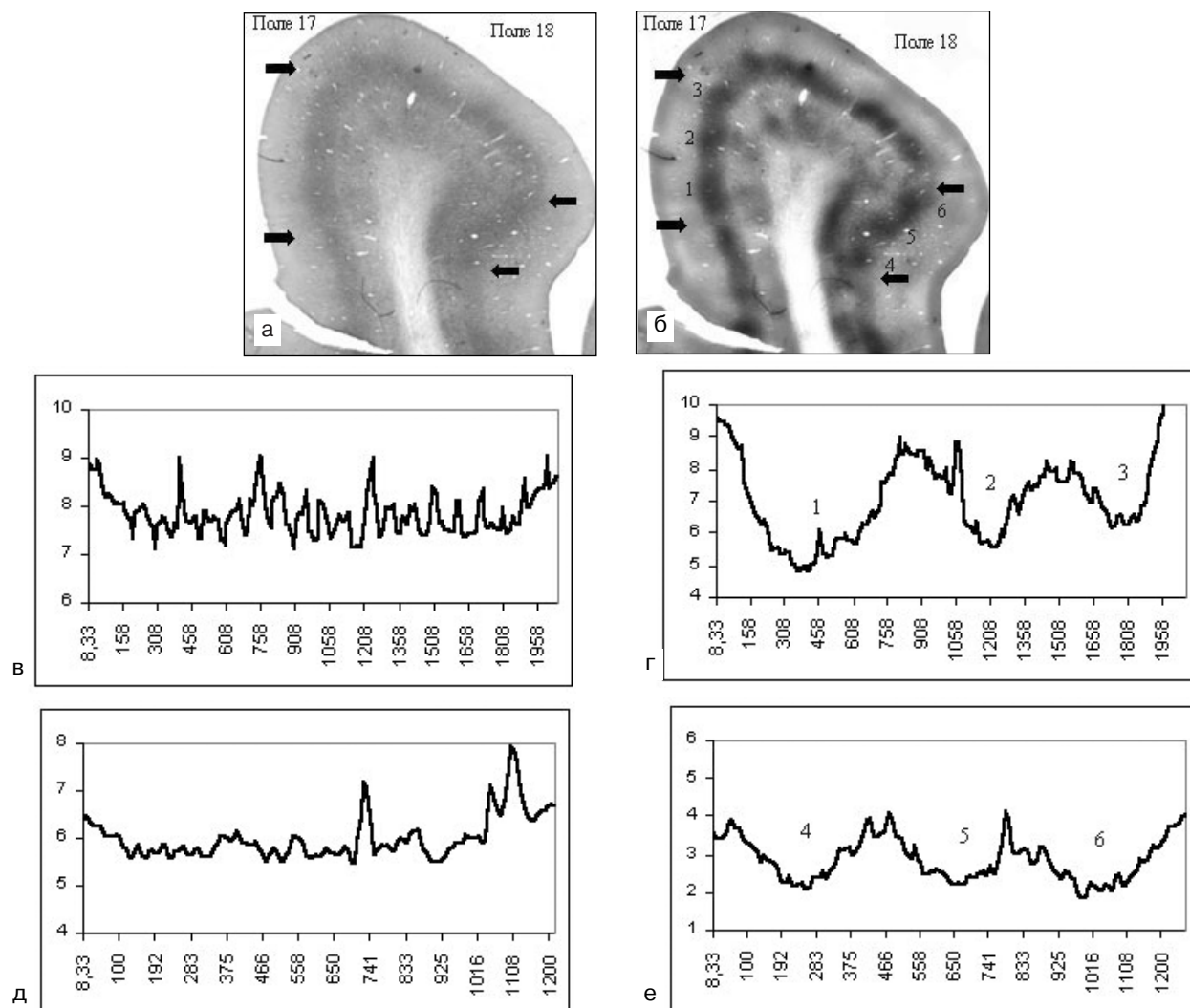
**Материал и методы.** Животные (4 котенка) с момента рождения росли в условиях нормальной зрительной среды. В возрасте 8 нед под глубоким нембуталовым наркозом животных перфузировали последовательно изотоническим раствором и 4% раствором параформальдегида. Фронтальные срезы мозга толщиной 50 мкм изготавливали на замораживающем микротоме. Гистохимическое выявление активности фермента ЦХО проводили стандартным методом [5]. Срезы фотографировали с помощью цифровой камеры Baumer Optronics arc1000c (Германия) при 10-кратном увеличении. Оцифрованные изображения срезов фильтровали с использованием программы Photoshop (версия 7,0) путем удаления частотных компонентов с периодом свыше 40 и менее 20 пикселей. В дальнейшем проводили контрастирование полученного изображения и его наложение на исходное изображение. Измерения линейных размеров проводили, используя программу VideoTest Master (версия 4.0), построение диаграмм распределения оптической плотности — программу TN Image (версия 2,0). Значения оптической плотности выражали в условных единицах.

Исследовано в общей сложности 90 фронтальных срезов мозга от уровня P0 до уровня A6 [4].

**Результаты исследования.** На светооптическом уровне распределение продукта гистохимической реакции в пределах всех слоев полей 17 и 18 является однородным (рисунок, а). На отфильтрованных изображениях срезов, в слое IV полей 17 и 18

становится видимым регулярное чередование темных и светлых участков, соответствующих областям высокой и низкой активности ЦХО (см. рисунок, б). На части срезов полей 17 и 18 подобная картина наблюдается и в слое VI. В таких случаях интенсивно окрашенные темные области («пятна») слоев IV и VI располагаются друг над другом, образуют колонки, перпендикулярные поверхности коры. На диаграммах распределения оптической плотности, представленных на рисунке, в—е, также видно, что только после фильтрации изображений в слое IV полей 17 и 18 выявляется регулярное чередование областей с различной оптической плотностью. Размер «пятен» в слое IV поля 17 составляет 250–350 мкм, расстояние между их центрами (период) — 400–700 мкм. В слое IV поля 18 размер «пятен» составляет 250–450 мкм, их период — 500–850 мкм. На некоторых срезах поля 17 чередование участков высокой и низкой активности ЦХО визуализируется и в слое III.

**Обсуждение полученных данных.** Характер распределения обнаруженных участков высокой активности ЦХО позволяет предположить, что эти области связаны с системой расположенных в полях 17 и 18 колонок глазодоминантности. Размер колонки глазодоминантности в поле 17, выявляемой при введении в глазное яблоко <sup>3</sup>H-пролина или пероксидазы хрена с агглютинином зародыша пшеницы (WGA-HRP), составляет в среднем 500 мкм, расстояние между соседними колонками — 800–1100 мкм [1, 2]. Период колонок глазодоминантности в поле 18 больше и составляет 1500–1650 мкм [2]. Таким образом, размер и период выявленных «пятен» в полях 17 и 18 отличаются от параметров колонки глазодоминантности. Это дает основание предполагать, что обнаруженные в слоях IV и VI «пятна» отражают пространственное распределение функционально неоднородных популяций нейронов в пределах отдельно взятой колонки глазодоминантности. Такими популяциями могут являться, во-первых, системы нейронов с различной глазоспецифичностью, а во-вторых — системы нейронов, получающие входы от геникулятных клеток разных типов (X, Y или W). «Пятна», обнаруженные в слое III поля 17, можно с достаточной степенью уверенности отнести к системе



Зрительная кора на фронтальном срезе.

а — исходное изображение; б — изображение после фильтрации; в, г — распределение оптической плотности (ОП) в слое IV поля 17 коры на участке, обозначенном стрелками на рисунке а, б; д, е — распределение ОП в слое IV поля 18 коры на участке, обозначенном стрелками на рисунке а, б; в, д — распределение ОП в исходном изображении; г, е — распределение ОП в изображении после фильтрации; в—е — по осям абсцисс — расстояние (мкм); по осям ординат — ОП (усл. ед.); 1–6 — отдельные интенсивно окрашенные темные области.

так называемых «капелек» («blobs»), обнаруженных у кошек в норме на горизонтальных срезах [3].

Таким образом, выявлено регулярное чередование областей с высокой и низкой активностью дыхательного фермента ЦХО в слоях III, IV и VI поля 17 и в слоях IV и VI поля 18 коры мозга с помощью метода фильтрации оцифрованных изображений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Anderson P.A., Olavarria J. and Van Sluyters R.C. The overall pattern of ocular dominance bands in cat visual cortex. *J. Neurosci.*, 1988, v. 8, № 6, p. 2183–2200.
2. Lowel S. Ocular dominance columns development: strabismus changes the spacing of adjacent columns in cat visual cortex. *J. Neurosci.*, 1994, v. 14, № 12, p. 7451–7458.
3. Murphy K.M., Jones D.G. and Van Sluyters R.C. Cytochrome oxidase blobs in cat primary visual cortex. *J. Neurosci.*, 1995, v. 15, № 6, p. 4196–4208.

4. Reinoso-Suarez F. *Topographischer Hirnatlas der Katze*. Darmstadt, Herausgegeben von E. Merck A.G., 1961.

5. Wong-Riley M. Changes in the visual system of monocularly sutured or enucleated cats demonstrated with cytochrome oxidase histochemistry. *Brain Res.*, 1979, v. 171, № 1, p. 11–28.

Поступила в редакцию 10.03.2006 г.

#### PERIODICAL PATTERN OF CYTOCHROME OXIDASE ACTIVITY DISTRIBUTION IN KITTEN VISUAL CORTEX

*N.S. Merkul'eva*

The aim of this study was to determine the distribution of cytochrome oxidase activity in the visual cortex of normal kittens. Method of computer filtration of digital images of frontal sections was used. The periodicity of enzyme activity in layers III, IV, VI of area 17 and in layers IV, VI of area 18 has been shown.

**Key words:** cytochrome oxidase, visual cortex, image filtering.

Laboratory of Neuromorphology, RAS I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg.