

12. Пахомова А. С., Аюлян Э. В. *Нейрофизиол.*, 17, 1, 102—107, 1985.
13. Рыжакон М. К. Автореф. канд. дисс., 20, Л., 1987.
14. Сикетик В. А. Тез. докл. Ленингр. город. конф. молодых ученых, 29, Л., 1988.
15. Симонов П. В. *Эмоциональный мозг*, М., 1981.
16. Устоев М. Б. Автореф. канд. дисс., 23, Л., 1986.
17. Фейзуллаев Б. А. Автореф. канд. дисс., 24, Л., 1985.
18. Черкес В. А. *Передний мозг и элементы поведения*, Киев, 1978.
19. Douglas R. *Inhibition and learning*, N. Y. Acad Press, 529, 1972.
20. Getthorn E. *Autonomik imbalance and the Hypothalamus* Minneapolis, 1957.
21. Herzog A. E., van Hoosen G. W. *Brain Res.*, 115, 57—61, 1976.
22. Herrick C. J. *Brain of rats and man, a survey of the origin and biological significance of the cerebral cortex*. In: Chicago, Illinois Univ. Chicago Press, 382, 1930.
23. Hess W. R. *Oxford* 1954, 117.
24. Izgulardo I. *Annals of the New York Academy of Science*, 444, 162, 1985.
25. Klevit F. *Amer. J. Anat.*, 156, 1, 77—82, 1979.
26. Lopes da Silva F. H., Witter M. P., Boafilha P. M., Lohman H. M. *Physiol. Rewlews*, 70, 2, 453—476, 1990.
27. Mac Lean P. D. *Amer. J. Med.*, 25, 611, 1958.
28. Mac Lean P. D. *J. Neurosurg.*, 1, 29, 1954.
29. Minell G. *Arch. Zool. Ital.*, 52, 75—88, 1967, (1968).
30. Nauta W. Y. *Physiol. Rev.*, 40, 4, 296—298, 1960.
31. Northcott R. S. *Biol. Monags. Jll. Press*, 113, 1970.
32. Schwerdfeger W. R. *Amer. J. Anat.*, 156, 77—82, 1979.
33. Swanson L. W. *New York, Oxford*, 1—124, 1987.

Биолог. жура. Армения, 10—11, (43) 1990

УДК 611.818.6:611.817.8:815.44.681.142.2

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЯДЕР СТВОЛА МОЗГА КОШКИ

В. И. ПОГОСЯН, С. Г. САРКИСЯН, В. В. ФАНАРДЖЯН

Институт физиологии им. Л. А. Орбели АН Армении, Ереван

С помощью ввода в компьютер абсолютных данных контуров красного ядра лицевого нерва и латерального вестибулярного ядра, зарисованных со стереотаксически точных фронтальных планов срезов мозга кошки, проведена реконструкция их изображения. Показано, что объемные изображения отмеченных ядер имеют сложную сетчатую структуру, которая отражает их реальную форму. Проведено обсуждение полученных данных.

Կարմիր, դիմալին և ղեկաբեր կորիզների կոնտուրների բացարձակ տվյալներից, որոնք ստացվել են կատվի ուղեղի ստերեոտաքսիկ ճշգրիտ ճակատային կտրվածքներից, կոմպյուտերի մեջ մտցնելով կատարվել է նրանց պատկերների վերակառուցումը: Ցույց է տրված, որ նշված կորիզների ծավալային պատկերները ունեն բարդ ցանցանման կառուցվածք, որոնք արտացոլում են նրանց իրական մեք: Կատարված է ստացված տվյալների բննարկում:

Representation reconstruction of red nucleus, nucleus facialis and nucleus vestibularis lateralis was made by contour absolute data input of the structures mentioned drawn from stereotaxic accurate frontal planes of cat

Сокращения: красное ядро—КЯ; ядра лицевого нерва—ЯЛН; латеральное вестибулярное ядро—ЛВЯ.

brain sections into the computer. Volume representations of nuclei mentioned were revealed to have net structure reflecting their real form. The discussion of data obtain was carried out.

Ядра ствола мозга—компьютерная реконструкция.

Применение компьютерных систем в исследованиях центральной нервной системы берет свое начало с возникновения средств вычислительной техники и информатики. Более широкое использование этих систем стало возможным благодаря появлению персональных ЭВМ, а также развитых средств машинной графики и многоканальных интерфейсов. В этом ряду особое место принадлежит математическим и программным методам компьютерной графики [1, 7]. С их помощью удается получить достаточно обнадеживающие результаты по восстановлению различных структур, выявлению межклеточных связей и их характера, непосредственному наблюдению за работой отдельных участков нервной системы в реальном масштабе времени и т. д.

В последнее время много внимания уделяется проблеме реконструкции сложных нейронных образований. Значительная информативность таких исследований существенно облегчает зрительное восприятие как отдельных ядерных образований центральной нервной системы, так и архитектуры мозга в целом [13].

В настоящей работе на основании разработанной нами методики [4] делается попытка визуализировать ряд сложных в пространственном отношении двигательных образований ствола мозга кошки: КЯ, ЯЛН и ЛВЯ.

Материал и методика. Эксперименты по компьютерной реконструкции всех трех двигательных ядер ствола мозга проведены на 2 интактных взрослых кошках под нембуталовым наркозом (50 мг/кг, внутривенно). Мозг животного перфузировали интракардиально сначала теплым физиологическим раствором (струей, быстро), а затем 10%-ным раствором нейтрального формалина (1.5 ч), приготовленного на физиологическом растворе, с добавлением глутарового альдегида (1.25%). Блок мозга, содержащий соответствующие ядра, вырезали посредством ножа, укрепленного на стереотаксическом аппарате. Вначале производили разрез ткани в горизонтальной плоскости, а затем—во фронтальной. После дополнительной 12-часовой фиксации мозговой ткани при комнатной температуре в том же растворе фиксатора изготавливали сериальные фронтальные срезы (100 мкм) на электрическом замораживающем микротоме. Для исключения нарушения симметрии получаемых срезов в медиолатеральном и дорсовентральном направлениях блок устанавливали на столике микротоме фронтальной его плоскостью и только после этого начинали процесс замораживания ткани. Монтирование на предметные стекла срезы окрашивали по методике Ниссля. После завершения срезов в балъзам их контуры и контуры ядер зарисовывали при увеличении 1:30 посредством проекционного аппарата на миллиметровую бумагу. При уточнении топографии соответствующих ядер в срезах мозга был использован стереотаксический цитовархитектонический атлас мозга кошки [10]. Из 36 срезов, содержащих КЯ, были выбраны 18, из 22 срезов, содержащих ЯЛН,—11, а из 25 срезов, содержащих ЛВЯ,—13. В компьютер вводили абсолютные данные координат контуров каждого ядра в отдельности. Для получения объемного изображения всех ядер была использована декартова (прямоугольная) система координат. Вначале проводили начертание соединяющих срезы линий по соответствующим опорным точкам контура каждого среза методом параболической интерполяции [7], а затем контуром самих срезов. Следует также отметить, что на всех этапах построения изображения объекта проверяли условие

видимости или невидимости проводимых отрезков линий методом состочия пикселей [1]. В результате описанной реконструкции было получено реальное изображение КЯ и ЯЛН. Что же касается ЛВЯ, то в переходной зоне между его вентральной и дорсальной отделами была получена значительная концентрация линии, которая перегружала рисунок, и это затрудняло его зрительное восприятие. Для исключения отмеченного недостатка из переходной зоны ядра были изъяты 2 среза, чем и была достигнута равномерность линий на всем протяжении сетчатой структуры ядра Дейтерса.

Результаты и обсуждение. Компьютерная реконструкция объемного изображения показала, что КЯ кошки имеет грушевидную форму. Как видно из рис. 1, каудальный отдел ядра на протяжении 1,0—1,2 мм в каудо-ростральном направлении имеет диаметр, не превышающий 2 мм.

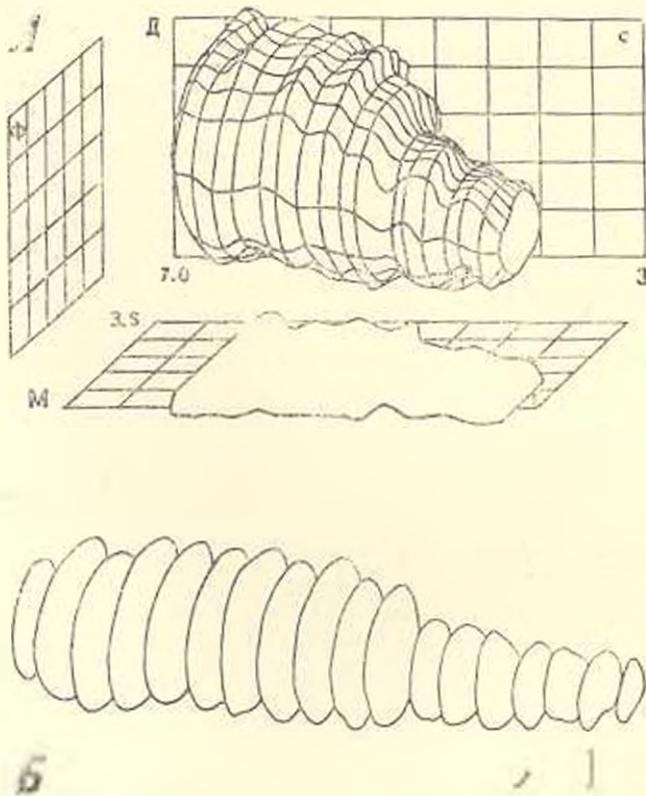


Рис. 1. Компьютерная реконструкция контуров красного ядра кошки (А) и сагиттальной (с), фронтальной (ф) и горизонтальной (г) плоскостях по сериальным поперечным срезам (Б). Окраска по Нисслю. Увеличение 1:30. Сторона правая. Масштаб: 0,5 мм. Обозначения: Д—дорсальный, М—медиальный, З—задний. Стереотаксические координаты: 7,0 (рострокаудально), 3,5 (меднолатерально).

тогда как те же показатели остальной его части находятся в пределах 3,0—3,5 мм. Длина ядра равна 3,6 мм. Анализ проекций КЯ на горизонтальную плоскость показал, что медиальная и различные отрезки латеральной сторон располагаются параллельно сагиттальной плоскости мозга. Наблюдается большое сходство рисунков вентральной и дорсальной сторон КЯ с соответствующими очертаниями медиальной и латеральной его сторон. Следует также отметить, что резкий сдвиг в диа-

метре, который наблюдается в КЯ (см. выше), значительно отражается на форме только латеральной и дорсальной границы.

Еще при изучении нейронной организации КЯ нами было замечено, что начиная с 800—1000 мкм от каудального края ядра происходит резкое изменение диаметра его поперечного сечения и на том же уровне обнаруживаются нейронные группировки, которые резко отличаются от сходных клеточных популяций, составляющих структурные единицы вентрального отдела КЯ [2, 8]. Представленное объемное изображение КЯ в комплексе с отмеченными особенностями нейронной организации, а также с наблюдениями о его афферентных входах [16] и с данными других исследователей о том, что вентральный и дорсальный отделы КЯ являются соответствующими зонами представительства передних и задних конечностей животного [15], существенно расширяет наши представления об этом образовании ствола мозга, играющем ведущую роль в реализации двигательных реакций конечностей, а также в регуляции позы и мышечного тонуса.

Другое важное двигательное образование ствола мозга—ЯЛН имеет овальную форму и располагается параллельно сагиттальной плоскости мозга (рис. 2). В rostroкаудальном направлении протяженность ядра не превышает 2,2 мм, медиолатеральный и дорсовентральный его

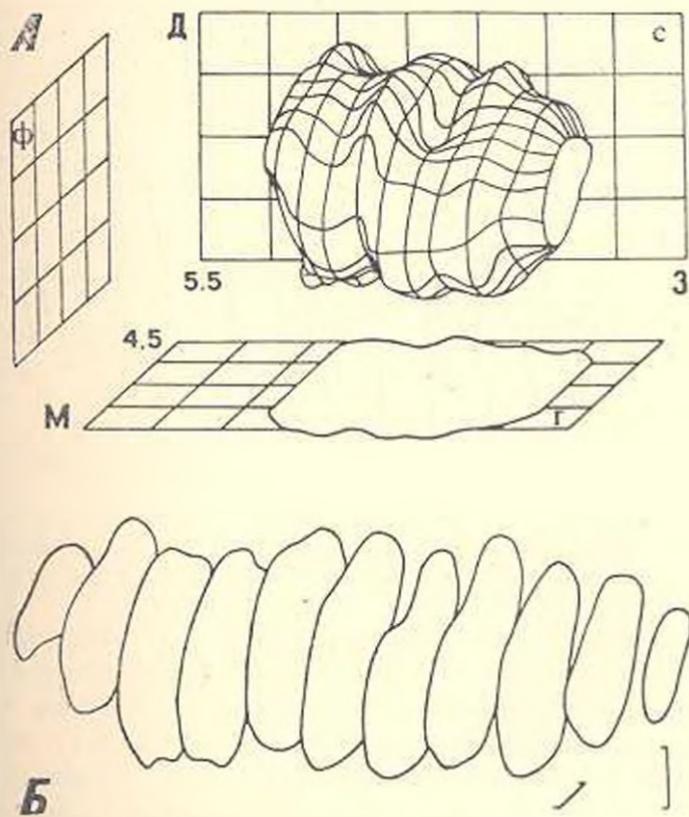


Рис. 2. Компьютерная реконструкция контуров ядра лицевого нерва кошки. Стереотаксические координаты: 5,5 (рострокаудально), 4,5 (медиолатерально). Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

размеры находятся в пределах 2 мм. Следует также отметить, что, имея компактную форму, ЯЛН является высокоспециализированным ядерным образованием ствола мозга, включающим двигательные реакции лицевой мускулатуры, характеризующиеся высокой мозаичностью и динамичностью. Последнее обусловлено как топической организацией афферентных [5] и эфферентных волоконных систем ЯЛН [14], так и многими конструктивными особенностями строения нейронов и входящих в его состав клеточных группировок [3].

Наконец, на рис. 3 представлено объемное изображение ЛВЯ. Как видно, в ядре Дейтерса можно различить вентральный и дорсальный его

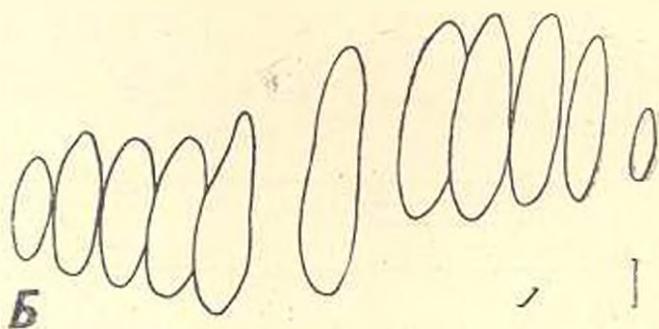
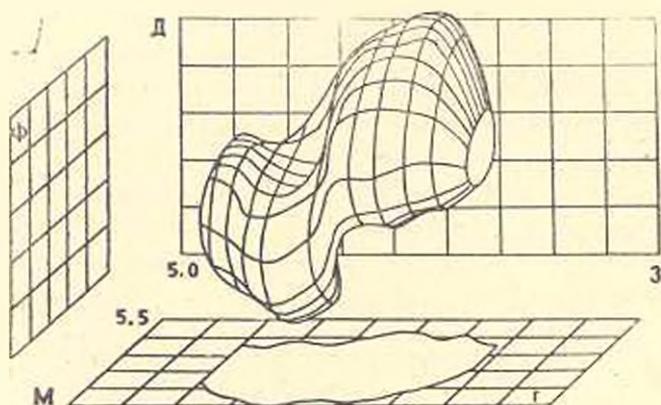


Рис. 3. Компьютерная реконструкция контуров латерального вестибулярного ядра кошки. Стереотаксические координаты: 5,0 (рострокаудально), 5,5 (медиолатерально). Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

отделы, которые имеют оvoidную форму и располагаются один относительно другого в сагиттальной плоскости со смещением в 1,0—1,2 мм. В рострокаудальном направлении протяженность ядра не превышает 2,5 мм, в медиолатеральном—2 мм, в дорсовентральном—3,0—3,2 мм. Следует также отметить, что размеры вентрального и дорсального отделов ЛВЯ в дорсовентральном направлении составляют соответственно 2,1—2,2 и 2,2—2,3 мм. При изучении проекции ядра Дейтерса на горизонтальную плоскость получена дополнительная информация, которая заключается в том, что в рострокаудальном направлении медиальная и

латеральная стороны вентрального отдела ЛВЯ располагаются параллельно сагиттальной плоскости мозга, а его дорсальный отдел в том же направлении располагается латеральнее в пределах 400—500 мкм.

Как видно из того же рисунка, реконструированное компьютерное изображение ЛВЯ представляет из себя, как и изображения других ядер, объемную сетчатую структуру. Анализ реальной его формы показал также, что вентральный и дорсальный отделы ядра Дейтерса значительно различаются размерами, пространственным их расположением в пределах ствола мозга, афферентными входами [6] и цитоархитектонически [10—12]. Изучение морфофункциональных аспектов деятельности ядра Дейтерса выявило, что отмеченные отделы его являются зонами представительства передних и задних конечностей животного и проецируются соответственно на шейные и пояснично-крестцовые сегменты спинного мозга [9, 17].

Обобщая результаты настоящего исследования, следует отметить, что компьютерная реконструкция объемного изображения КЯ, ЯЛН и ЛВЯ кошки выявила сложную сетчатую структуру, которая является отражением их рельефной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлицы Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. М., 1986.
2. Погосян В. И. Арх. анат., 68, 3, 71—78, 1975.
3. Погосян В. И. В кн.: Нейронные механизмы интегративной деятельности мозга. С. 51—56, Ереван, 1979.
4. Погосян В. И., Саркисян С. Г. ДАН АН Армении, 1990 (в печати).
5. Погосян В. И., Фанарджян В. В. Нейрофизиология, 18, 1, 35—45, 1986.
6. Погосян В. И., Фанарджян В. В. Нейрофизиология, 20, 4, 494—503, 1988.
7. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М., 1980.
8. Фанарджян В. В., Саркисян Д. С., Погосян В. И. В кн.: Механизмы деятельности головного мозга. 392—401, Тбилиси, 1975.
9. Фанарджян В. В., Саркисян Д. С., Саркисян В. А., Пахлеванян К. З. Физиол. журн. СССР, 58, 12, 1827—1833, 1975.
10. Berman A. L. The Brain Stem of the Cat. A Cytoarchitectonic Atlas with Stereotaxic Coordinates. Madison, Wisconsin, 1968.
11. Brodal A., Pompeiano O. J. Anat., 91, 4, 438—451, 1957.
12. Brodal A., Walberg F., Pompeiano O. The Vestibular Nuclei and their Connections. Oliver and Boyd, Edinburgh, 1962.
13. Computer Analysis of Neuronal Structures. Ed. by Lindsay R. D. Plenum Press, New York and London, 1977.
14. Courville J. Brain Res., 1, 2, 338—354, 1966.
15. Pompeiano O., Brodal A. J. Comp. Neurol., 109, 2, 225—252, 1957.
16. Pogossian V. I., Fanardjjan V. V. Neuroscience, 14, 3, 733—743, 1991.
17. Nyberg-Hansen R., Mascitti T. A. J. Comp. Neurol., 122, 3, 369—388, 1964.

Поступило 2.VII 1990 г.