

УДК 611.813.14.018: 599.323.4

## МИНДАЛЕВИДНЫЙ КОМПЛЕКС - ЯДЕРНО-ПАЛЕОКОРТИКАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ МОЗГА

Ахмадеев А.В., Калимуллина Л.Б.

*Кафедра морфологии и физиологии человека и животных  
Башкирского государственного университета, г.Уфа*Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В статье излагаются положения новой концепции на субстрат миндалевидного комплекса, предлагающей рассматривать эту структуру лимбической системы как ядерно-палеокортикальный компонент мозга.**

Миндалевидный комплекс (МК) вовлечён в центральные механизмы регуляции широкого круга физиологических процессов, начиная от деятельности отдельных органов до целостных поведенческих актов, определяющих адаптацию организмов, их пищевое и половое поведение [2]. Его место в лимбической системе определяется ключевой ролью в анализе полисенсорной информации, поступающей из внешней и внутренней среды организма с последующим переключением её на висцеральные центры ствола головного мозга и его высшие отделы - зрительный бугор, неокортекс [9,13, 16]. Важна роль МК в модуляции нейроэндокринной и иммунной систем. В силу указанного, исследования МК приобретают актуальность в рамках новой интегральной дисциплины - нейроиммунноэндокринологии [1].

Изменение объёмных характеристик МК, выявленное с помощью новейших методов исследования мозга - компьютерной томографии и ядерно-магнитного резонанса – является ранним диагностическим признаком болезни Альцгеймера, шизофрении, височной эпилепсии [14]. Успешно развивающиеся исследования нейробиологии МК показывают его участие в развитии наркомании [15,20], что придаёт исследованиям МК социальную значимость. Однако в вопросах структурно-функциональной организации МК и сегодня много загадочных феноменов.

Замечательной особенностью МК является удивительная устойчивость к гипоксии и наркотическим веществам [4].

Это чрезвычайно важно для реаниматологии, так как сохраняющаяся при клинической смерти в МК электрическая активность, распространяясь по всему головному мозгу тонизирует все нервные образования и стимулирует пусковые механизмы эмоциональных реакций, восстанавливая жизнеспособность организма [3]. Вполне возможно, что это специфическое свойство МК является производным специфической конструкции данного образования мозга.

Также известно, что для МК характерен низкий порог судорожной активности и имеет место специфическая форма электроэнцефалограммы: на медленные волны накладываются вспышки высокоамплитудной активности [6]. Несмотря на многочисленные исследования, до сих пор нет определенного мнения в отношении ее генеза. Ранее предполагали, что она генерируется в пириформной коре и пассивно распространяется в МК. Но это мнение встречает ряд возражений, в частности, ссылка на увеличение амплитуды веретен при перемещении регистрирующего электрода от ритмоводителя (пириформной коры) в удаленные области (т. е. приближение к ядрам). В этой связи заманчиво предположить, что специфическая форма электрической активности предопределяется не пириформной корой, и не подлежащими ядерными структурами, а является следствием их тесного единства в МК: взаимодействием изначально различных функциональных свойств порождает явление нового качества. В пользу этого предположения свидетельствуют данные элект-

трофизиологических исследований, в которых получены доказательства тесных динамических взаимовлияний ядер МК и корковых формаций [21].

Миндалевидный комплекс (МК) представляет собой одну из структур конечного мозга, которую традиционно относят к системе базальных ядер. Более внимательное рассмотрение структурной организации этой области мозга позволяет заметить в ней особенность, отличающую ее от обычной модели организации базальных ядер: помимо ядерного принципа в организации МК можно выделить также экранный, свойственный организации оптических центров и корковых формаций головного мозга [7].

Своеобразие строения МК является отражением эволюционных преобразований, происходивших в этом участке головного мозга в процессе его длительного исторического развития. Возникнув на самых ранних этапах формирования головного мозга как центр для анализа обонятельных импульсов, он становится в последующем территорией, на которой появляются первые формации древней коры.

Древняя кора (обонятельная или палеокортекс) имеет четкие критерии для идентификации [18]. К ним относятся: 1) стратификация скоплений клеток (число тангенциальных слоев должно быть не менее трех, один из них плексиформный); 2) четкая радиальная и тангенциальная исчерченность слоев, предопределяемая упорядоченным расположением отростков и тел нейронов; 3) наличие пространственного градиента в топографии афферентных и эфферентных систем волокон.

Указанные критерии позволили нам в процессе цитоархитектонического анализа выделить среди структур МК формации древней коры. К ним мы отнесли ядро латерального обонятельного тракта, периамигдаллярную кору и пириформную кору. Ядро латерального обонятельного тракта находится в переднем отделе МК, периамигдаллярная кора – в составе центрального и заднего отделов, пириформная кора покрывает латеробазальную поверхность полушария и входит в состав всех отделов МК [7].

При классификации остальных структур МК мы опирались на учение А.А.Заварзина о ядерных и экранных центрах [5]. Ядерный центр - это скопление, в которое собираются нервные клетки, однозначные в функциональном отношении, формирующееся на определенном этапе исторического развития организмов на базе диффузной нервной системы. Ядерный принцип организации серого вещества нервной системы широко представлен в составе спинного мозга, всех отделов ствола мозга, базальных ганглиях, достигает высокой структурной сложности в зрительном бугре. В экранном центре имеют место правильное плоскостное расположение элементов и возможность обеспечения широких ассоциативных связей. Если в ядерном центре реализация выполняемых функций предопределяется только структурно-функциональными характеристиками составляющих его нейронов, то в экранных центрах, кроме указанного фактора ведущую роль играет пространство, векторные характеристики которого определяют не только взаимное расположение элементов, но и качество бесконечного множества ассоциаций.

Большинство структур МК носит характер типичных ядер, т.е. представляет собой компактные скопления нервных клеток. Это центральное ядро, вставочные массы, латеральное и базолатеральное ядра и др. Однако среди структур МК есть немало и переходных формаций, занимающих промежуточное положение между ядерным и экранным принципом организации серого вещества нервной системы. Такими межучучными формациями [10] являются переднее кортикальное ядро и заднее кортикальное ядро. Подробно разработанная эволюционно-морфологическая классификация структур МК нашла отражение в работе [8].

На единство ядер и палеокортикальных структур в МК указывает и их партнерство в формировании основных систем волокон этого образования мозга. Известно, что основные связи МК с другими структурами мозга идут в составе конечной полоски и вентрального амигдалофугального пути. Последний, несмотря на свое название, так же как и конечная по-

лоска, представляет собой систему двусторонних связей МК, гипоталамуса, центров ствола мозга и ряда других структур. В многочисленных исследованиях показано, что обе эти системы формируются за счет аксонов нервных клеток, как ядер, так и формаций древней коры. В большей степени это характерно для вентрального амигдалофугального пути (филогенетически более молодой системы), который начинается от периамигдаларной и пириформной коры, пронизывает ядра базолатеральной группы и через переднюю амигдаларную область достигает латеральной гипоталамической области, где вступает в медиальный пучок конечного мозга [17].

Своеобразие строения МК, заключающееся в уникальном сочетании на его территории ядерного и экранного принципов организации серого вещества, недооценивается в нейроанатомии, в которой его составные части продолжают фигурировать в качестве базальных ядер конечного мозга. Есть исследователи, которые противопоставляют ядра МК и структуры палеокортекса и рассматривают их как отдельные образования, связанные лишь общей топографией. С другой стороны, есть и такие, которые в морфологических и электрофизиологических исследованиях показали тесные двусторонние связи периамигдаларной и пириформной коры с ядрами МК, определяющие формирование органического комплекса взаимосвязанных и взаимовлияющих частей. Можно предполагать, что взаимосвязи, существующие между ядрами и палеокортикальными формациями, предопределяют по существу формирование в миниатюре корково-подкорковых взаимоотношений, которые в последующем во всей мощи предстают в системе новая кора—таламус.

Мы предполагаем существование в МК стройной системы интеграции, в которой происходит обработка обонятельной и необонятельной информации с последующей реализацией ее в деятельности внутренних органов и в поведении. В ней мы исходим из того, что «миндалины являются самым древним отделом мозга, который... интегрирует все поведенческие реакции у низших форм животных. Поэтому становится понятным тот удивительный и

до сих пор непонятный факт, что электрическим раздражением миндалин можно вызвать как целостные поведенческие самозащитные и пищевые реакции, так и в отдельности их сомато-вегетативные компоненты» [3]. Анализ функций МК как интегративного центра мозга читатель найдет в монографии С. А. Чепурнова и Н. Е. Чепурновой [12].

Итоги рассмотрения различных аспектов функциональной морфологии МК, затрагивающих такие вопросы, как: топографическое единство различных клеточных популяций, их генетическое родство, сочетание ядерного и экранного принципов организации серого вещества, функциональное содружество ядерных и палеокортикальных структур на территории МК — позволяет предложить новый взгляд на функциональную морфологию этого образования мозга. По нашему представлению МК - это ядерно-палеокортикальный центр конечного мозга (ядерно-палеокортикальный комплекс). На сегодняшний день положения этой концепции получили подтверждение в ряде работ [12, 16, 19, 22].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Акмаев И.Г., Гриневич В.В. Нейроиммуноэндокринология гипоталамуса. М., Медицина, 2003, 168 с.
2. Акмаев И.Г., Калимуллина Л.Б. Миндалевидный комплекс мозга: функциональная морфология и нейроэндокринология. М., Наука, 1993, 272 с.
3. Бериташвили И. С. Гагрские беседы: Структура и функция архипалеокортекса. М.:Наука, 1968, с.289.
4. Гурвич А.М., Романова Н.П., Волков А.В. Гагрские беседы: Структура и функция архипалеокортекса. М.:Наука, 1968, с.274
5. Заварзин А.А. Труды по теории параллелизма и эволюционной динамики тканей. Л.:Наука, 1986. 194с
6. Ильюченко Р.Ю., Гишинский М.А., Лоскутова Л.В. и др. Миндалевидный комплекс (связи, поведение, память). Новосибирск: Наука, 1981, 230 с.
7. Калимуллина Л.Б. Морфология миндалевидного комплекса мозга. Уфа, БашГУ, 1987. 86с.

8. Калимуллина Л.Б., Ахмадеев А.В., Муталова Л.Р., Минибаева З.Р. Структурная организация миндалевидного комплекса мозга крысы. //Росс.физиол.ж. им. И.М.Сеченова, 2003, т.89, №1, с.8
9. Любашина О.А. Механизмы амигдалофугальной модуляции вагосвагального рефлекса. Тез. док. межд.конф. «Механизмы функционирования висцеральных систем». СПб.-2001.с.225
10. Филимонов И. Н. Избранные труды. М.: Медицина, 1974. 340 с.
11. Чепурнов С.А., Чепурнова Н.Е. Миндалевидный комплекс мозга М.: Изд-во МГУ, 1981.255с.
12. Чепурнов С. А., Чепурнова Н.Е. Нейропептиды и миндалина М.: Изд-во МГУ, 1985. 128с
13. Aslan N., Goren Z., Onat F., Oktay S. //Eur. J. Pharmacol., 1997.V.333, № 1.-p. 63
14. Bremner J.D., Nagayan M., Anderson E.R.et al. //Am. J. Psychiatry, 2000.-V.157, № 1.p.115.
15. Franklin T.R., Druhan J.P. //Eur J. Neurosci. 2000. -V. 12, № 6. -p. 2097
- 16.McDonald A.J. //Prog.Neurobiol. 1998, -V.55 N 3, p.257
17. Olmos J.de, Ingram W.R. // J.Comp. Neurol. 1972, -V.146, N 2, p.303
18. Pigache R. M. //Adv. Anat. Embryol. And Cell Biol. 1970, -V. 43, № 6, -p. 1
19. Pitkanen A., Jolkkonen E., Kempainen S. //Folia Morphol (Warsz). 2000. -V. 59, № 1, -p. 1.
20. Schulteis G., Ahmed S.H., Morse A.C.et al. //Nature. 2000. -V. 405, № 6790. p. 1013
21. Velasco J.M., Fernandez de M., Perez D. //Exp.Brain Res., 1989, V.74, №.1, p.163
22. Zhuravin L.A., Tumanova N.L. XXXIII Int. Cong. Physiol. Sciences. 1997. - St.-Peterburg. -P. 072.07.

### **Amygdala as nucleopaleocortical component of brain**

Akhmadeev A.V., Kalimullina L.B.

*Department of Human and Animal Morphology and Physiology of Bashkir State University Ufa*

In the article expounded conditions of new conception concerning of the Amygdala. Authors suggest to consider this structure of limbic system as nucleopaleocortical component of brain.