ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ИЕРАРХИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ МОЗГА

Базян А.С.

**ФГБУН Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН,
Москва, Россия
bazyan@mail.ru**

Все процессы мозга можно рассмотреть с позиции реализации целенаправленного эмоционально мотивированного поведения на основе соматотопии. Описывается сенсомоторная соматотопия, и соматотопия экстрапирамидной системы мозга, базальных ганглиев. Соматотопия представляет собой строго специфическую двустороннюю анатомическую связь между мышцами и различными участками моторной и соматосенсорной коры. Соматотопия, это представительство всего тела и его внутренних органов в мозге. Иерархические сети мозга функционируют следующим образом. ГЛУ синаптический сигнал из коры больших полушарий приходит в дорсальный стриатум, где локализованы ГАМКергические средние звездчатые нейроны. Хорошо известно, что каждый нейрон имеет ГАМК и ГЛУ синапсы. Нейрон срабатывает как алгебраический сумматор. Из дорсального стриатума сигнал проходит к определенным частям внутреннего и внешнего сегментов бледного шара (*globus pallidus*), затем к ретикулярной части черной субстанции. В черной субстанции сигнал расщепляется на три части: одна часть запускает таламокортикальные сети и возвращает информацию в кору и дорсальный стриатум. Это реверберирующие, циклически функционирующие таламокортикальные сети. Вторая часть, формирует выход из базальных ганглиев и вместе с красным ядром дополняет сигнал реализации поведения, идущий из моторной коры. Третья часть, через глобальный ДА сигнал, запускает мезо-кортико-лимбическую, ДА систему, которая через взаимодействие и интеграцию с НА и СТ системами (моноаминергические системы), запускает и индуцирует эмоционально мотивационные состояния. Моноаминергические системы мозга, это модуляторные системы, не генерирующие ВПСР или ТПСР, так как ее рецепторы не ионотропные, а метаболотропные, связанные с G белками и не несут в своем составе ионный канал. Пищевые, питьевые и половые центры локализованы в гипоталамусе, гормоны активизирующие эти центры поступают из крови через порталную вену, которая не имеет гематоэнцефалического барьера. Рецепторы этих гормонов экспрессируются в ДА нейронах ВТО, терминали которых проходят через гипоталамус. Взаимодействие рецепторов этих гормонов с ДА системой вызывает мотивацию, которая реализуется через ГАМКергические терминали из прилежащего ядра к вентральным сегментам паллидума. Дорзальные сегменты паллидума получают ГАМК - терминали из дорсального стриатума и выполняют целенаправленное эмоционально мотивированное поведение, удовлетворяя или не удовлетворяя потребность и мотивацию. Удовлетворение мотивации вызывает эмоционально положительное состояние и соответствующую реакцию. Неудовлетворенная мотивация вызывает эмоционально отрицательное состояние и соответствующую реакцию. Эмоционально положительное состояние, это состояние, которое направлено на собственное продление и усиление. Эмоционально отрицательное состояние, это состояние, которое направлено на собственное ослабление

или прекращение, или на ослабление и прекращение сигналов, индуцирующих эмоционально отрицательное состояние. Целенаправленное поведение контролируется эмоционально насыщенной когнитивной картой мозга, формирующей контекст окружающей среды. Новое поведение реализуется новой нейронной сетью, которая была сформирована на основании синаптической пластичности. Эту нейронную сеть можно назвать энграммой памяти. Таким образом, целенаправленное поведение реализуется с помощью нейронной сети, которая контролируется и управляется модуляторными системами мозга, формирующими состояния и эмоционально насыщенной когнитивной картой мозга. Управление сетью и формирование функциональных состояний осуществляется за счет внутриклеточной интеграции медиаторных и модуляторных систем. Формирование функциональных состояний индуцирует формирование функциональных систем.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-29-01005-офи_м.

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL STATES AND HIERARCHICAL NETWORKS OF THE BRAIN

Bazyan A.S.

**Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow,
Russia
bazyan@mail.ru**

All brain processes can be considered from the position of the realization of goal-directed, emotionally motivated behavior based on somatotopy. Sensomotor somatotopy and the somatotopy of the extrapyramidal system of the brain, the basal ganglia, are described. Somatotopy is a strictly specific bilateral anatomical connection between muscles and different parts of the motor and somatosensory cortex. Somatotopy is the representation of the whole body and its internal organs in the cerebral cortex. Hierarchical systems of the brain function as follows. Activity from the cortex comes to certain parts of the dorsal striatum. From there to certain parts of the internal and external segments of the globus pallidus and the reticular part of the substantia nigra. In the substantia nigra the information divided into three parts: one part activates the thalamocortical network and returns information to the cortex and dorsal striatum. These are reverberated, cyclically functioning thalamocortical networks. The second part forms the output from the basal ganglia and, with the red nucleus, supplements the information coming from the motor cortex. The third part, through the global DA signal, activates the mesocorticolimbic DA system, which, interacts and integrates with the NA and ST systems (monoaminergic systems), induces emotional and motivation states. Monoaminergic systems of the brain are modulator systems that do not generate EPSP or IPSP, since its receptors are not ionotropic, but metabotropic, associated with G proteins and do not contain an ion channel in their composition. Food, drinking and sexual centers are located in the hypothalamus, hormones activating these centers come from the blood through the portal

vein, which does not have a hematoencephalic blood-brain barrier. The receptors of these hormones are expressed in the DA neurons of ventral tegmental area, the terminals of this neurons which pass through the hypothalamus. The interaction of the receptors of these hormones with the DA system causes motivation, which is realized as a GABA signal from the nucleus accumbens to the ventral segments of the pallidum. The dorsal segments of the pallidum receive GABA signals from the dorsal striatum and perform goal-directed, emotion motivated behavior, satisfying or not satisfying the need and motivation. Satisfaction with motivation causes an emotionally positive state and an appropriate response. Unsatisfied motivation causes an emotionally negative state and an appropriate response. The goal-directed behavior is controlled by an emotionally saturated cognitive map of the brain that forms the context of the environment. The new behavior is realized by the newly formed neural network. This neural network can be called an engram of memory, and it is implemented on the basis of synaptic plasticity processes. Thus, goal-directed behavior is realized using a neural network that is controlled and controlled by modulating brain systems that form states and an emotionally saturated cognitive brain map. Network management and the formation of functional states is accomplished through the intracellular integration of mediator and modulator systems. The formation of functional states induces the formation of functional systems.

At the basis of psychopathological states are the same processes of hierarchical networks functioning, which are induced by a local violation of certain processes, amplified and developed in time, by circulation in hierarchical networks of the brain. Absence epilepsy is associated with impaired pacemaker channels in the sensorimotor cortex. Over time, the disturbances are amplified due to the circulation of signals in hierarchical networks, the concentration of DA decreases, which causes depressive-like states. It was shown that during andron therapy, irradiation of the brain with protons and heavy ions causes disturbances in the learning and memory processes and emotional status in rats and monkeys. These results can be explained by the circulation and amplification of disturbed activity in hierarchical networks. Drug addiction, alcoholism, agedonia are also associated with the DA system of the brain. Euphoric states are induced by an increase in the DA system of the brain, then a recoil reaction and emotionally negative states take place, which is removed by reintroducing substances and increasing their dose. Agedonia process with the opposite sign. All these processes are amplified in time by circulation in hierarchical networks. This work was supported by scientific programs of the Russian Academy of Sciences and RFBR grant No. 17-29-01005-ofi_m.