

Обзор

## Нейрофизиологические основы памяти

Емельянова И.П.<sup>1</sup>, Курбанова К.К.<sup>1</sup>, Семенова С.В.<sup>1</sup>, Оленко Е.С.<sup>2</sup><sup>1</sup> ФГБОУ ВО Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского Минобрнауки России, Саратов*Поступила в редакцию 25 апреля 2021 г., Принята в печать 06 мая 2021 г.*

© 2021, Емельянова И.П., Курбанова К.К., Семенова С.В., Оленко Е.С.

© 2021, Психосоматические и интегративные исследования

### Резюме:

Проведен анализ источников, содержащих информацию об общем понятии «память», систем памяти и ее физиологических, биохимических и анатомических особенностях. Была отмечена главенствующая роль гиппокампа в процессах памяти и обучаемости, так как гиппокамп – способен к нейрогенезу на протяжении всей жизни.

**Ключевые слова:** память, гиппокамп, долговременная память, иконическая память, циклические нейронные цепи.

*Библиографическая ссылка: Емельянова И.П., Курбанова К.К., Семенова С.В., Оленко Е.С. Нейрофизиологические основы памяти. Психосоматические и интегративные исследования 2021; 7: 0203.*

Review

## Neurophysiological bases of memory

Emelyanova I.P.<sup>1</sup>, Kurbanova K.K.<sup>1</sup>, Semenova S.V.<sup>1</sup>, Olenko E.S.<sup>2</sup><sup>1</sup> FBGOU VO Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Ministry of Health of Russia<sup>2</sup> Saratov State University*Received on 25 April 2021, Accepted on 18 May 2021*

© 2021, Emelyanova I.P., Kurbanova K.K., Semenova S.V., Olenko E.S.

© 2021, Psychosomatic and Integrative Research

### Summary:

The analysis of sources containing information about the general concept of "memory", memory systems and its physiological, biochemical and anatomical features has been carried out. The dominant role of the hippocampus in the processes of memory and learning was noted, since the hippocampus is capable of neurogenesis throughout life.

**Keywords:** memory, hippocampus, long-term memory, iconic memory, cyclic neural circuits.

*Cite as Emelyanova I.P., Kurbanova K.K., Semenova S.V., Olenko E.S. Neurophysiological bases of memory. Psychosomatic and Integrative Research 2021; 7: 0203.*

В повседневной жизни каждый человек постоянно сталкивается с огромнейшим объемом информации, часть которой он забывает или запоминает навсегда. В процессе жизни индивида он приобретает новые знания, получает информацию, которую необходимо запомнить, дифференцировать, хранить.

Часто можно слышать недовольства учеников школ или студентов вузов о большом объеме учебных материалов, которые им требуется выучить, причем некоторым это дается намного проще. При неудачах с запоминанием или же с забыванием страдает психоэмоциональный статус человека, что не может не отразиться на его качестве жизни.

Память – это важный аспект нервной деятельности человека. Необходимо отметить, что память можно рассматривать с позиции двух понятий, отражающих ее как физиологические, так и психические каноны, находящиеся в непосредственном взаимодействии. Так, с одной стороны, она является результатом прошлого взаимодействия человека с действительностью и использованием

данного опыта в последующем [1]. С другой стороны, память - это интегративный психический процесс, охватывающий результаты ощущений, восприятия и мышления. (Чуфаровский Ю.В), [2]

Нельзя не согласиться, память - крайне сложное проявление нервной системы, отражающее в себе различные функциональные особенности, взаимодействующие и дополняющие друг друга.

Данный факт и определил цель нашей обзорной работы – изучение физиологических, анатомических и биохимических особенностей структур, участвующих в формировании памяти, наблюдение встречающихся патологий при их повреждении.

Существует множество классификаций памяти, однако необходимо затронуть особенно интересную и актуальную для нашей работы - систематизация памяти, в зависимости от анализаторов, сигнальной системы или участия подкорковых участков мозга различают виды памяти, выделяя: об-разную, логическую и эмоциональную.

В свою очередь, образная память подразделяется по видам анализаторов - зрительная, слуховая, осязательная, двигательная.

Роль анализаторов проявляется при любом виде деятельности. В свою очередь, при любом виде деятельности осуществляются все процессы памяти, но различные уровни деятельности связаны с функционированием механизмов — систем памяти.

Различаются четыре взаимосвязанные системы памя-ти:

1. Иконическая память - непосредственный отпечаток сенсор-ного воздействия, проявляющийся в сохранении наглядных образов в виде пол-ного отпечатка чувственных воздействий действительности на очень краткий промежуток времени (несколько секунд) - так называемые послеобразы: они не связаны с консолидацией следов и быстро исчезают. Она обеспечивает непрерывность, целостность воспри-ятия динамических, быстроизменяющихся явлений.

2. Кратковременная память - фик-сирование объектов, попавших в поле восприятия. Время ее функционирования непродолжи-тельно (от нескольких секунд до нескольких минут). Объем кратковременной памяти ограничен 5-7 объектами.

3. Оперативная память - избирательное сохранение и актуализация той информации, которая необходима только для достижения цели определенной деятельности. Продолжительность ее ог-раничивается временем соответствующей деятельности.

4. Долговременная - запоминание на длительный срок содер-жания, имеющего большую значимость. Отбор информации связан с оценкой его будущей применимости. [1]

Как известно, анатомические структуры памяти располагаются в головном мозге. Их основу составляют практически все области коры больших полушарий головного мозга и большой круг Пейпеца лимбической системы: гиппокамп, свод, мамиллярные тела, передние ядра таламуса, поясная извилина, парагиппокампальная извилина, гиппокамп [3]

Гиппокамп - место кодирования, таламус - переключения и интеграции потоков информации, кора больших полушарий (неокортекс) служит в качестве репозитория для воспоминаний [4]

В ряде источников, отмечается, что в первые часы после мозговой активности, увеличивается синтез белков, повышающих эффективность передачи возбуждения. Помимо этого, синтезируются гормоны и нейропептиды, влияющие на ДНК и РНК ядер нейронов. [4, 5] В процессе формирования долговременной памяти используются эпигенетические механизмы метилирования ДНК и посттрансляционной модификации гистонов на разных этапах хранения памяти, которые будут сопровождаться изменением хроматина и индукции или репрессии генов, задействованных в процессе обучения [5, 6].

Изучаются пептиды для улучшения запоминания, забывания, привыкания, узнавания. Белковые молекулы живут в среднем всего несколько суток. Механизмы их локального самовоспроизведения помогают сохранять память в течение многих лет. Одной из молекул долговременной памяти полагают фермент протеинкиназы М-дзета [7]

Принято считать, что на клеточном уровне память кодируется в виде, так называемых следов памяти [4]. Нейроны кодируют событие во времени только при укреплении синаптических связей. [10] В коре головного мозга находится многочисленное количество нейронов мозга, скомпонованных в циклические нейронные цепи (ЦНЦ). ЦНЦ представляют собой ячейки памяти мозга. Существуют нейронные цепи, отвечающие за креативную и умственную деятельность, находящиеся в неокортексе и характерные только для человека [8].

Необходимо определенное время (от 15 сек до 30 мин) для того, чтобы вновь образуемые следы связались. Образовавшиеся в процессе впечатлений следы, фиксируются не сразу, а в течение определенного времени, необходимого для биохимических превращений. Воздействие на нервную клетку вызывает соответствующее изме-нение РНК, благодаря чему, возникает возможность отвечать на тот раздражитель, который в свое время вызывал это изменение. Эта способность РНК резони-ровать на данные воздействия, не отвечая на другие, и составляет биохимический механизм памяти [6,7,8].

Все нейронные цепи морфологически связаны между собой при помощи синаптических окончаний и коллатералей аксонов. Таким образом, кора полушарий головного мозга представляет собой мозговой синцитий. В неокортексе в реакцию на пришедший (из спинного мозга через таламус) сигнал уже на первом этапе вовлекаются сотни и тысячи нейронов. А действуя через синаптические связи эти первые нейроны, возбужденные сигналом, вовлекают бесчисленное множество следующих [8].

В момент, когда ЦНЦ находятся в состоянии покоя, человек не может оперировать информацией, заложенной в данной нейронной цепи. Причина вспоминания информации -возбуждение ЦНЦ. Воспроизведение информации определяется с началом возбуждения нейронных цепей, то есть с началом циркуляции по ним ЦНЦ [8].

В круге Пейпеца локализуется адресация всех нейронных цепей для вспоминания нужных данных. Строение лимбической системы функционально удобно для передачи информации от ее внутренних структур через круг в кору полушарий головного мозга.

Нервные цепочки зубчатой извилины служат депо новых нейронов, образовавшихся в процессе нейрогенеза у особей. Интенсификация нейрогенеза гиппокампа после усиленного обучения, способствует как усвоению новой, так и утрачиванию старой информации. Таким образом, животные с форсированным нейрогенезом, хуже выполняют поставленные задачи, а именно те, для

осуществления которых необходимо было вспомнить тонкости прошлых попыток. Из этого следует, что стимуляция нейрогенеза улучшает способность животных к обучению, а угнетение- ухудшает [9].

Гиппокамп - парная структура, расположенная в медиальных височных отделах полушарий. Правый и левый гиппокампы связаны комиссуральными нервными волокнами, проходящими в спайке свода головного мозга. Впервые об участии гиппокампа в обеспечении процессов памяти встало известно после публикации У. Сквиллом и Б. Милнер описания результатов хирургического разрушения в 1953г. обоих гиппокампов у больного, у которого полностью нарушилась способность запоминать новую информацию при сохранности знаний, полученных до операции.

Гиппокамп отвечает, в первую очередь, за эмоциональную и декларативную память. С его помощью человек может узнавать лица, описывать предметы и события, а также связывать позитивные или негативные переживания и ощущения с воспоминаниями о прожитых событиях.

Гиппокамп участвует в формировании как эпизодических, так и автобиографических воспоминаний, основываясь на пройденном опыте индивида. Мозгу необходимо место, чтобы хранить весь этот объём информации долгие годы, поэтому гиппокамп передаёт эти временные воспоминания в другие области мозга, где они сохраняются в долговременной памяти [7].

Именно поэтому самые старые воспоминания лучше хранятся.

При повреждении гиппокампа человек теряет способность к обучению и удержанию информации в памяти. Кроме способности превращать воспоминания в долговременную память, гиппокамп связывает их содержимое с позитивными или негативными эмоциями в зависимости от того, связаны ли эти воспоминания с положительным или отрицательным опытом [8, 10].

Поражения гиппокампа могут спровоцировать возникновение антероградной или ретроградной амнезии в зависимости от теряемых воспоминаний, связанных с декларативной памятью. При этом недеklarативная память не затрагивается и остаётся неповреждённой.

Антероградная амнезия – это потеря памяти на события, произошедшие после начала заболевания или травмы. Ретроградная амнезия, наоборот, приводит к забыванию событий и воспоминаний, предшествующих заболеванию или травме [10].

После изучения ряда литературных источников, возникает вопрос: почему при амнезии повреждается гиппокамп? Объяснить простыми словами, это можно следующим образом: гиппокамп - эта часть мозга представляет собой подобие двери для нейронных схем - образов, которые спорадически удерживают информацию до того, как она попадает в лобную долю. Можно сказать, что гиппокамп является ключом к укреплению памяти, превращая кратковременную память в долговременную. Если «этот барьер» поврежден и не позволяет сохранять информацию, будет невозможно создавать долговременные воспоминания.

Например, человек с поражением гиппокампа может научиться кататься на велосипеде после начала заболевания, однако не будет помнить, что когда-либо в своей жизни видел велосипед ранее. Значит, человек с повреждённым гиппокампом способен приобретать навыки, но не может вспомнить сам процесс.

Кроме того, при повреждении гиппокампа теряется не только способность к воспоминаниям, но способность испытывать связанные с этими воспоминаниями эмоции, поскольку человек не может связать события и чувства, которые они вызвали [11].

Говоря о частых причинах поражения гиппокампа необходимо отметить процессы старения, гипоксию, нейродегенеративные заболевания, стрессы, цереброваскулярные болезни [12].

## Заключение

Таким образом, в эффективности памяти большую роль играют такие процессы как закрепление и воспроизведение информации. Гиппокамп является одной из немногих областей мозга, способных к нейрогенезу на протяжении всей жизни, в связи, с чем он отвечает за обучаемость и удержание информации [11]. Так же, гиппокамп задействован в любом детальном и точном воспоминании (о событии или эпизоде) вне зависимости от времени, прошедшего с момента его запечатления. Клеточные элементы гиппокампа в процессе формирования следов памяти используют глутаматергические системы мозга – они связаны с перевозбуждением, вследствие чего сами могут легко повреждаться при стрессе, гипоксии и нейроинтоксикациях [14]. Гибель нейронов гиппокампа становится причиной когнитивных нарушений, в частности ослабления памяти.

Конфликт интересов не заявляется.

## Список литературы

1. Скакун О.Ф., Овчаренко Н.И. Юридическая Деонтология: Учебник – Х., 1998 – с.46-47
2. Чуфаровский Ю.В. Юридическая психология. Учебное пособие. – 1997 - с.56
3. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. Elsevier Inc., New York, USA, 2006. [Гайтон А.К., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. Пер. с англ. М.: Логосфера, 2008:621, 807, 817].
4. Клацки Р.Л. Память человека. Структуры и процессы.– М.,2017 – с.27-31.
5. Балабан П.М. Молекулярные механизмы модификации памяти// Журнал высшей нервной деятельности- 2017, 12 (10)- с.131-140
6. Jarome T.J., Thomas J.S., Lubin F.D. The epigenetic basis of memory formation and storage // Prog Mol Biol Transl Sci. 2014. Vol.128:1-27.
7. Hsieh Ch., Tsokas P., Serrano P., Hernandez I., Tian D., Cottrell J.E., Shouval H.Z., Fenton AA, Sacktor TCh. Persistent increased PKM $\theta$  in long-term and remote spatial memory // Neurobiol Learn Mem. 2017 Feb; 138: 135-144
8. Carola R, Harley JP, Nobac CR. Human Anatomy and Physiology. New York, London, Paris, McGraw-Hill Publishing Company, 1990:380, 387.
9. Должиков А.А., Бобынцев И.И., Белых А.Е., Должикова И.Н. Стресс, кортикостероидные повреждения гиппокампа и нервно-психическая патология с.98-100, 2018г.

10. Nordengen, K. (2018). Hjernen er stjernen: dit eneste nerstattelige organ. Oslo, Kagge Forlag, 100.
11. Серебрякова Т.А. Психология стресса: Учебное пособие. Н.Новгород: ВГИПУ, 2007;143 с.
12. Щербатых Ю.В. «Психология стресса и методы коррекции.» СПб.: Питер, 2008; 256 с: ил.
13. Fenoglio K.A., Brunson K.L., Baram T.Z. Hippocampal neuroplasticity induced by early-life stress: functional and molecular aspects. Front. Neuroendocrinol, 2010, 27: 180–192.
14. Ohl F., Michaelis T., Vollmann-Honsdorf G.K. et al. Effect of chronic psychosocial stress and long-term cortisol treatment on hippocampusmediated memory and hippocampal volume: a pilot-study in tree shrews. Psychoneuroendocrinology 2009, 25(4): 357–363.

---

**Авторы:**

**Емельянова Ирина Павловна** - студентка лечебного факультета 2 курса, Саратовского Государственного Медицинского Университета им В. И. Разумовского. E-mail: [irisha-9966@mail.ru](mailto:irisha-9966@mail.ru) Телефон: 8-937-978-49-99

**Курбанова Карина Камалутиновна** - студентка лечебного факультета 2 курса, Саратовского Государственного Медицинского Университета им В. И. Разумовского. E-mail: [karina.k715@gmail.com](mailto:karina.k715@gmail.com) Телефон: 8-937-975-19-44

**Семенова Светлана Владимировна** - кандидат медицинский наук, доцент кафедры нормальной физиологии имени И. А. Чувского Саратовского Государственного Медицинского Университета им. В. И. Разумовского E-mail: [svetlanasem06@mail.ru](mailto:svetlanasem06@mail.ru)

**Оленко Елена Сергеевна** – д.м.н., профессор кафедры основ медицины и медицинских технологий ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского Минобрнауки России, г. Саратов, 410012, ул. Астраханская, 83; тел.: (8-845-2) 21-06-93; [olenco@mail.ru](mailto:olenco@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1573-0623>