

УДК: 612.821.2

А. П. Невская, Т. Т. Зенин, Н. П. Лопина, Г. Е. Бородина, Г. М. Зубарева
ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России

БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

Цель исследования: расширение знаний о памяти, ее видах и механизмах функционирования.

Материалы и методы: проведен анализ современной литературы, содержащей сведения о памяти и её механизмах.

Результаты: память — это способность живых организмов запоминать, сохранять и воспроизводить информацию о событиях, воздействовавших на них ранее. Именно она служит основой процессов обучения и мышления. Процесс памяти включает в себя 4 стадии: восприятие и запечатление информации, ее хранение, а также воспроизведение и забывание. Стоит заметить, что человек способен воспринять огромное количество информации, из которой пользуется едва ли 10-15 %. Память человека избыточна, что указывает на важность процесса забывания.

Выделяют 3 основных вида памяти:

- Сенсорная память — чрезвычайно кратковременная память, которая фиксируется на уровне органов чувств и быстро замещается новой информацией.
- Кратковременная память — это оперативная память, которая обеспечивает выполнение текущих мыслительных и поведенческих процессов. Структурная основа кратковременной памяти образована корковыми пирамидальными клетками 5-6 слоев лобных и теменных областей коры большого головного мозга
- Долговременная память — обеспечивает хранение информации практически на протяжении всей жизни. Согласно исследованиям современной нейрофизиологии и нейрхимии ее основой являются процессы синтеза белковых молекул в клетках головного мозга.

Переход кратковременной памяти в долговременную называется консолидацией. В процессе консолидации происходит накопление данных, а так же их интеграция и ассоциация с другими данными в памяти подобного типа, что обеспечивает более быстрый поиск необходимых данных

Основой долговременной памяти является энграмма. Это своеобразный «отпечаток» памяти, который формируется в результате обучения. Представляет собой совокупность физических, химических и морфологических изменений в нервных структурах, которые оказывают существенное влияние на рефлекторные реакции организма. Главное условие для формирования энграмм: длительное повторение сигналов, связанных с информацией, находящейся в кратковременной памяти.

Молекулярные теории памяти:

1. Теория «информационных молекул памяти». Первые гипотезы, которые связали запоминание с биохимическими изменениями в нервной ткани, были созданы на основе опытов Г.Хидена. Согласно этим опытам, образование следов памяти происходит вместе с изменением свойств РНК и белков в нейронах. Разная структура импульсных потенциалов в нейронах вызывает различную перестройку молекул РНК, специфические для каждого сигнала перемещения нуклеотидов в цепи. В результате каждый сигнал фиксируется в виде специфичного отпечатка в структуре РНК. Что в свою очередь приводит к синтезу специфического белка, который обеспечивает избирательную чувствительность нейронов к определенным импульсам.
2. Гипотеза переноса памяти Д. Унгара. В 1970-е годы Д. Унгар предположил, что определенные белки принимают участие в хранении энграмм памяти. Основное

положение гипотезы: «Один пептид — один акт поведения» В ходе эксперимента была расшифрована структура одного такого нейропептида, получившего название — скотофобин. Этот нейропептид состоит из 15 аминокислот и имеет следующую структуру Н~ТГф-Асп-Асн-Асн-Глн-Глн-Гли-Лиз-Сер-Ала-Глн-Глн-Гли-Тир—NH₂. Концепции биохимического «запечатления» индивидуального опыта в памяти, основываются на двух группах фактов: 1) образование в мозге при обучении новых биохимических факторов (например, "пептидов памяти"); 2) возможность передачи «опыта» необученному мозгу при помощи этих факторов. Предположение о существовании биохимических факторов, которые обладают способностью к сохранению и переносу информации, большинством ученых воспринимается критически. В современной науке все более распространено предположение о том, что изменения на химическом уровне непосредственно связаны с нейрофизиологическими процессами. Именно поэтому часть теорий, объясняющих механизм памяти, сосредоточены на том, какие нейрхимические механизмы могут обеспечивать фиксацию и хранение энграмм и обуславливать целенаправленное протекание работы определенной группы нейронов.

3. Медиаторная теория памяти. Медиаторы (химические посредники в синаптической передаче информации) играют существенную роль в обеспечении механизмов долговременной памяти. Основными медиаторными системами головного мозга считаются холинэргическая и моноаминэргическая (включающая в себя: норадренэргическую, дофаминэргическую и серотонинэргическую системы) — принимают непосредственное участие в процессах обучения и формирования энграмм памяти. Р. И. Кругликов в 1986 разработал концепцию, согласно которой основой долговременной памяти являются структурно-химические преобразования на клеточном и системном уровнях головного мозга. Холинэргическая система находится под модулирующим влиянием со стороны моноаминоэргической системы. Под этим влиянием происходит запуск цепи биохимических внутриклеточных процессов, которые приводят к более эффективному образованию энграмм.
4. Гипотеза Линча и Бодри. Концентрация ионов кальция около постсинаптической мембраны повышается после повторной стимуляции нейронов. В результате активируется кальций-зависимая протеиназа — калпеин — в мембране постсинаптического нейрона. Калпеин, расщепляет структурный белок — фодрин. Вследствие этого активируются чувствительные к глутамату рецепторы, которые ранее были блокированы. С увеличением числа активных рецепторов глутамата возрастает проводимость синапса.
5. Участие специфических коннекторов в формировании памяти. Участие ионов кальция в процессах, связанных с механизмами памяти, не ограничивается активацией рецептора глутамата. К другим реакциям относится активация в нервной клетке протеинкиназ — ферментов, которые осуществляют фосфорилирование белков.

Таким образом, исходя из того, что большинство биохимических процессов в нейронах является кальций-зависимыми, был сделан вывод, что повышение или понижение концентрации определенных химических веществ в постсинаптическом пространстве может привести к изменению восприимчивости постсинаптической мембраны к действию медиаторов и, как следствие, ускорению или замедлению формирования долговременной памяти.

Выводы: память нельзя рассматривать как нечто статичное, находящееся строго в одном месте или в небольшой группе клеток. Память существует в динамичной и относительно распределенной форме. При этом мозг действует как функциональная

система, насыщенная разнообразными связями, которые лежат в основе регуляции процессов памяти.

Литература

1. Дудкин К. Н. Кручинин В. К., Чуева И. В. Участие холинергических структур префронтальной и нижневисочной коры в процессах зрительного узнавания у обезьян // Физиол. журн. им. И. М. Сеченова. — 1993. — Т. 79. — №. 2. — С. 31-42.
2. Хомутов А. Е. Физиология высшей нервной деятельности: Учебник для студентов биологических вузов. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. — 611 с.
3. Вартамян Г. А. Пирогов А. А. Механизмы памяти центральной нервной системы. — Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. — 181 с.
4. Покровский В. М, Коротько Г. Ф., Наточин Ю. Ф. Физиология человека: в 2-х т — М.: Медицина, 1998. — 368 с.
5. Федюкович Н. И. Анатомия и физиология человека: Учебник / Н. И. Федюкович. — Изд. 9-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — 480 с.
6. Ашмарин И. П. Загадки и откровения биохимии памяти. — Л.: Изд. Ленинград. Унта, 1975. — 224 с.
7. Нормальная физиология: учебник / под. Ред К. В. Судакова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. -880 с.
8. Судаков К. В. Нормальная физиология. — М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2006. — 920 с.