

Ученые выяснили, как гиппокамп готовит мозг к неожиданным событиям еще до их появления



Дата публикации: 22.07.2026

Человеческий мозг постоянно строит прогнозы относительно окружающего мира. Практически каждое зрительное изображение, звук или прикосновение сравниваются с накопленным опытом, позволяя заранее предполагать, что произойдет в следующий момент. Именно благодаря этому человек способен быстро ориентироваться в знакомой обстановке, эффективно принимать решения и практически мгновенно реагировать на изменения. Однако не менее важной задачей мозга является своевременное обнаружение неожиданных событий, ведь именно они часто несут наиболее ценную информацию для обучения и выживания. Новое исследование показало, что подготовка к таким событиям начинается значительно раньше, чем предполагалось ранее.

Международная группа исследователей под руководством специалистов из Лаборатории клинической нейронауки Мадридского политехнического университета и Института санитарных исследований Сан-Карлос представила результаты работы, опубликованной в журнале Nature Neuroscience. Ученые обнаружили, что гиппокамп — структура мозга, традиционно известная своей

ролью в формировании долговременной памяти, — активно подготавливает другие отделы мозга к обработке неожиданной информации еще до появления самого события.

На протяжении последних десятилетий гиппокамп рассматривался прежде всего как центр памяти и пространственной навигации. Именно эта область помогает человеку запоминать события, ориентироваться в окружающей среде и связывать отдельные элементы опыта в единую картину. Однако современные исследования постепенно расширяют представления о функциях гиппокампа. Все больше данных свидетельствует о том, что он не только хранит воспоминания, но и постоянно анализирует вероятности будущих событий, оценивая степень их предсказуемости.

Еще около четверти века назад ученые заметили, что активность гиппокампа усиливается при столкновении человека с неожиданными событиями. Позднее эта идея получила развитие благодаря применению понятий теории информации. Исследователи использовали энтропию Шеннона — математическую величину, отражающую уровень неопределенности и непредсказуемости последовательности событий. Чем выше энтропия, тем сложнее мозгу предугадать, что произойдет дальше.

Ранее подобные процессы изучались преимущественно с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии. Несмотря на высокую информативность метода, фМРТ фиксирует изменения кровотока, а не непосредственную электрическую активность нейронов. Из-за этого оставался открытым важный вопрос: когда именно гиппокамп начинает реагировать на неопределенность — после появления неожиданного события или еще до него.

Чтобы получить ответ, исследователи использовали внутричерепную регистрацию электрической активности мозга. В исследовании приняли участие 17 пациентов с эпилепсией, которым в рамках медицинского лечения уже были имплантированы электроды. Такая методика позволяет получать исключительно точные данные о работе отдельных структур мозга с временным разрешением, недоступным большинству неинвазивных методов исследования.

Во время эксперимента участникам демонстрировали простую последовательность цветных геометрических фигур. После появления изображения необходимо было нажать кнопку, соответствующую показанной фигуре. Несмотря на простоту задания, последовательность стимулов специально строилась таким образом, чтобы в одних случаях изображения были легко предсказуемыми, а в других — максимально неожиданными. Это позволило исследователям оценить реакцию мозга в условиях различной степени неопределенности без дополнительной нагрузки на память или

мышление.

Полученные результаты оказались весьма неожиданными. Когда вероятность появления следующего изображения становилась менее определенной, в гиппокампе значительно чаще возникали короткие высокоамплитудные всплески электрической активности, известные как гиппокампальные пульсации или гиппокампальные рипплы. Самое интересное заключалось в том, что эти всплески происходили преимущественно еще до появления неожиданного стимула, а не после него.

Именно этот результат позволил ученым сделать важный вывод. Гиппокамп не просто фиксирует неожиданность уже произошедшего события. Он заранее оценивает степень неопределенности окружающей среды и начинает готовить остальные отделы мозга к обработке потенциально важной информации. Иными словами, мозг не ждет неожиданности, а активно готовится к ней.

Особенно заметной оказалась связь между гиппокампом и зрительной корой головного мозга. Если непосредственно перед появлением неожиданного изображения возникали гиппокампальные пульсации, зрительные области реагировали значительно быстрее и сильнее. Это означает, что гиппокамп способен заранее повышать чувствительность сенсорных систем, позволяя мозгу эффективнее воспринимать новую информацию.

С точки зрения современной нейронауки такой механизм имеет большое значение для процессов обучения. Любое эффективное обучение требует не только запоминания новой информации, но и правильного распределения внимания. Мозгу необходимо заранее определить, какие события потенциально могут оказаться наиболее важными, чтобы направить на их обработку максимальные вычислительные ресурсы. Новые данные показывают, что именно гиппокамп может выполнять роль своеобразного центра прогнозирования неопределенности.

Полученные результаты также помогают лучше понять природу ряда тяжелых неврологических и психических заболеваний. Нарушения работы гиппокампа давно связывают с ухудшением памяти и способности ориентироваться в окружающей среде. Теперь становится очевидно, что аналогичные нарушения могут затрагивать и систему прогнозирования будущих событий. Болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, шизофрения, некоторые формы деменции и другие расстройства сопровождаются не только проблемами памяти, но и снижением способности правильно оценивать новую информацию и быстро адаптироваться к изменениям окружающей среды.

Исследователи полагают, что обнаруженный механизм может стать основой

для создания новых методов диагностики и лечения. Если удастся научиться регистрировать характерные гиппокампальные пульсации или управлять ими при помощи современных методов нейромодуляции, появится возможность улучшать процессы обучения, внимания и памяти у пациентов с различными заболеваниями нервной системы. Особенно перспективными направлениями считаются разработка новых биомаркеров, персонализированной нейростимуляции и технологий ранней диагностики когнитивных нарушений.

Авторы исследования подчеркивают, что работа лишь открывает новое направление изучения функций гиппокампа. Впереди предстоит выяснить, каким образом эти кратковременные всплески активности взаимодействуют с другими структурами мозга, насколько универсален обнаруженный механизм и можно ли использовать его для повышения когнитивных способностей человека. Уже сегодня становится очевидно, что гиппокамп выполняет гораздо более сложную роль, чем считалось ранее, объединяя процессы памяти, прогнозирования, внимания, обучения, принятия решений и подготовки мозга к событиям, которые еще только должны произойти.

Ссылка: «Рипплы в гиппокампе человека настраивают кортикальные реакции на основе прогнозируемой неопределенности» DOI: [10.1038/s41593-026-02345-6](https://doi.org/10.1038/s41593-026-02345-6).