

МАТЕРИАЛЫ
ЛЕКЦИЙ ШКОЛЫ

ТАЙНА “ВТОРОГО” СНА

© 2020 г. Ю. Ф. Пастухов

ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: pastukh36@mail.ru

DOI: 10.31857/S0044452920072188

Эпоха сомнологии как самостоятельной науки отсчитывается с открытия в 1953 г Н. Клейтманом и его аспирантами Ю. Азеринским и В. Дементом второго вида сна – rapid eye movement sleep (REM-сна). Для REM-сна у плацентарных и сумчатых млекопитающих характерны быстрые волны низкой амплитуды на электроэнцефалограмме (ЭЭГ десинхронизация), быстрые движения глаз (REM), фазические движения головы и тела, сочетающиеся с полной потерей мышечного тонуса и нерегулярностью ритма сердечных сокращений и дыхания (Aserinsky, 1996; Jouvet-Mounier et al., 1970 и др.). Однако, многие сомнологи полагают, что эволюционное происхождение, главные функции, молекулярные механизмы и взаимоотношения REM-сна с медленноволновым сном (МВС) в суточном цикле сна остаются не ясными (Thakkar, Datta, 2010; Siegel, 2011; Frank, Heller, 2018). Удивление вызывает малоизвестная точка зрения “руководителя” открытия Н. Клейтмана: “сон – это единый процесс, и открытое состояние является как бы отражением всего лишь периодического вторжения бодрствования (БОДР) внутрь процесса сна” (Ковальзон, 1999). Это мнение означает, что феномен REM есть, но никакого второго сна нет. Предполагается, что феномен REM – это результат эволюционной трансформации примитивного БОДР холоднокровных в “архео REM”, (Ковальзон, 2011). На каком этапе эволюции это происходит, не ясно.

Прекрасным примером “архео REM-сна” является один из компонентов сна у представителя наиболее “древней” группы живых млекопитающих, утконоса (*Ornithorhynchus anatinus*), по своей генетике и физиологии имеющего больше сходств с птицами и рептилиями, чем с плацентарными и сумчатыми млекопитающими. В тщательно выполненной работе (Siegel et al., 1999) выявлена следующая организация суточного цикла бодрствования-сон: на БОДР приходится около 40%, на сон примерно 59% времени суток. Сон состоит из МВС (“quiet sleep”, около 26% от 24 часов) и архео REM-сна (примерно 33% от 24 ч). ЭЭГ десинхронизация полностью отсутствовала, а потенциалы REM проявлялись на фоне медленных волн с умеренной (50.6% общего времени сна (ОВС) и высокой амплитудой (5.7% от ОВС) ЭЭГ. В работах Siegel et al.,

(1999–2005) впервые получены убедительные доказательства наличия REM-сна у утконоса, как самого древнего млекопитающего. Феномен REM занимает у утконоса 5.8–8 ч за сутки, что больше, чем у любого другого теплокровного животного. Однако у утконоса выявлен только один (“моторный”) компонент REM-сна, который проявляется на фоне МВС. Главная особенность REM сна на этапе “утконос” – отсутствие ЭЭГ десинхронизации, другого важнейшего компонента REM-сна, который является более поздним приобретением в эволюции сна млекопитающих (Siegel et al., 1999).

Второй замечательный пример – сон у страусов (*Struthio Camelus*), членов самой “древней” группы живых птиц. Показано (Lesku et al., 2011), что страусы имеют больше REM-сна (26.3% от ОВС), чем любая другая птица. Архео REM-сон у страусов, как и у утконосов, представляет единое гетерогенное состояние сна, но включающее проявление REM и других фазических движений не только на фоне медленных волн, но и небольшой ЭЭГ десинхронизации. Следовательно, главное отличие REM-сна на этапе “страусы” от этапа “утконосы” – появление непродолжительной ЭЭГ десинхронизации. В то же время значительное сходство архео REM-сна у страусов и утконосов, отражающее раннюю стадию эволюции сна, видимо, не ограничивается этими двумя видами: из изученных 100 видов млекопитающих и 30 видов птиц большинство “древних” видов также демонстрируют необычное состояние REM-сна (Lesku et al., 2008, 2009; Siegel, 2005).

В ходе дальнейшей эволюции происходит, видимо, увеличение продолжительности ЭЭГ десинхронизации в едином гетерогенном состоянии архео REM-сна и из него выделяются два отдельных состояния – МВС и REM-сон (Lesku et al., 2011; и др.). Однако небольшие участки архео REM (REM на фоне медленных волн) проявляются у животных с высокой амплитудой колебаний температуры мозга (белые мыши, голуби), у субарктических грызунов, у ряда видов водных и полуводных млекопитающих и у млекопитающих, входящих в торпор и спячку (Пастухов, Екимова, 2011 и др.). Ранее такие особенности REM-сна не привлекали вни-

мание сомнологов. Таким образом, у “древних” млекопитающих и птиц выявлено единое гетерогенное состояние без разделения на МВС и REM-сон, что в целом подтверждает мнение Н. Клейтмана, но только для этого этапа эволюции. У современных сумчатых, плацентарных и у птиц сохраняется моторное возбуждение нейронов ствола мозга, перешедшее от “древних”, к которому добавляется активация переднего мозга во время “классического” REM-сна, что явно связано с формированием эндотермии/гомеотермии (Lesku et al., 2011; Пастухов, Екимова, 2011; и др.). Эволюционно новая “добавка” может способствовать развитию новых функций, которых не было у “древних” животных.

Мы высказали гипотезу (Пастухов, 2016), что такой новой функцией REM-сна может быть защита ключевой биологической функции сна, связанной с повышением скорости синтеза белков в мозге, происходящего во время глубокого МВС (Nakanishi et al., 1997). Интенсификация синтеза может сопровождаться накоплением белков с нарушенной укладкой, что является молекулярной основой ста-

рения мозга и развития нейродегенеративных заболеваний. Противодействие может оказать генная экспрессия шаперонов семейства HSP70. В модели естественного циркадианного изменения сна у крыс Вистар впервые установлено (Пастухов, Симонова, 2018), что в условиях максимальной представленности REM-сна уровень экспрессии гена *hspa1*, кодирующего Hsp70i, возрастает в 3 раза в восходящей ретикулярной активирующей системе, вовлеченной в механизмы модуляции REM-сна. Результаты исследования показывают, что экспрессия гена *hspa1* является одной из важнейших новых функций REM-сна, реализация действия которой сильно зависит от предшествующего возрастания глубокого МВС. Полученные данные приближают нас к пониманию ответов на трудные вопросы: зачем в процессе эволюции у теплокровных животных и человека сформировался суточный цикл сна и почему “утро вечера мудренее”.

Финансирование работы: госзадание ИЭФБ РАН (AAAA-A18-118012290427-7).