

Наступление сна у млекопитающих связано с увеличением активности нейронов, активных во время сна, и снижением активности нейронов, активных при бодрствовании. У большинства млекопитающих, включая человека, сон состоит из REM фазы (быстрого сна) и NREM фазы (медленного сна). Проведённые на грызунах и кошках исследования показали, что нейроны, активные во время NREM фазы сна, разбросаны группами между базальной частью переднего мозга и продолговатым мозгом. Для запуска фазы REM-сна, напротив, достаточно лишь участия моста – главной локализации REM-активных нейронов. SCN регулирует склонность ко сну 24 часа в сутки. Здесь мы приводим краткий обзор современного понимания возникновения, функции и патологии сна.

Основные знания о сне

Сон включает 2 отдельных состояния: REM-сон и NREM-сон. При засыпании люди обычно входят в состояние NREM-сна, который характеризуется высоковольтными медленными кортикальными волнами EEG, регулярной частотой дыхания и сердцебиения и снижением мышечного тонуса (что видно на EMG) по сравнению с бодрствованием. Фаза REM-сна обычно следует за фазой NREM-сна и характеризуется низковольтными кортикальными волнами, которые у людей, собак и кошек похожи на те, что возникают во время бодрствования. У грызунов во время фазы REM-сна наблюдаются выраженные тета-волны (4–8 Гц). Фаза REM-сна часто характеризуется нерегулярной частотой дыхания и сердцебиения, эрекцией полового члена и клитора, быстрыми движениями глаз и парадоксально минимальным мышечным тонусом. REM и NREM фазы сменяются на протяжении сна, и люди могут пробуждаться из любой фазы. Прямой переход из бодрствования в фазу REM-сна обычно наблюдается при патологических состояниях, таких как нарколепсия. Приведённые записи EEG и EMG получены у мышей.



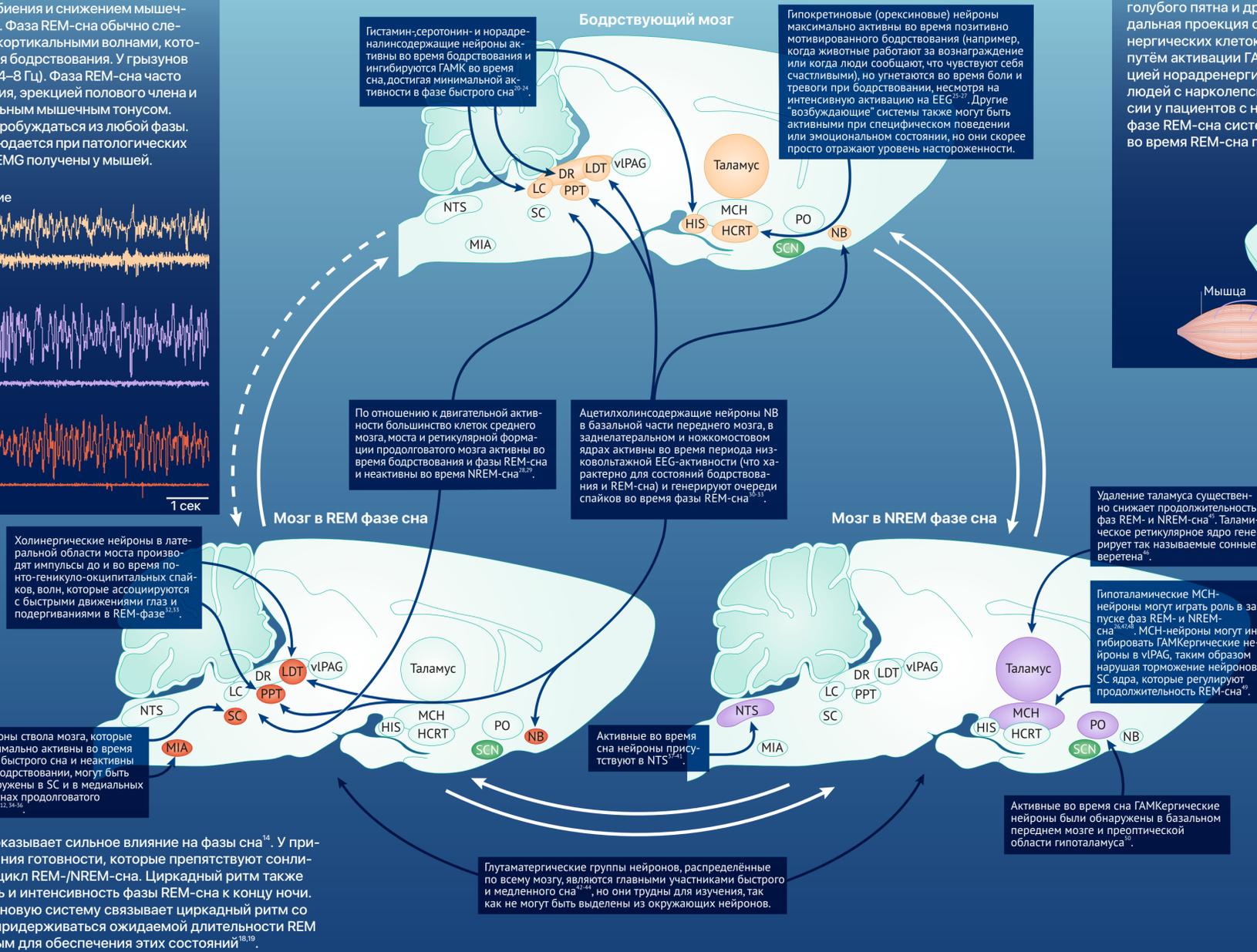
Почему мы спим

Насчёт функциональной роли сна и его фаз единого мнения нет. Новейшими объяснениями функции сна являются синаптическая перестройка и гомеостаз^{5,6}, выведение метаболитов из мозга⁷ и иммунная гипотеза⁸. Суточная продолжительность сна у разных видов млекопитающих значительно варьирует – от 2 до 20 часов. Продолжительность сна не является строго связанной с размером мозга или отношением веса мозга к весу тела, но связана с видоспецифичным рационом: травоядные спят мало, всеядные спят больше и плотоядные спят больше всех⁹. Эта модель согласуется с адаптивной ролью сна в усвоении и запасании энергии. Параметры сна у людей не коррелируют со способностями к обучению^{10,11} или IQ^{12,13}.

Циркадный контроль сна

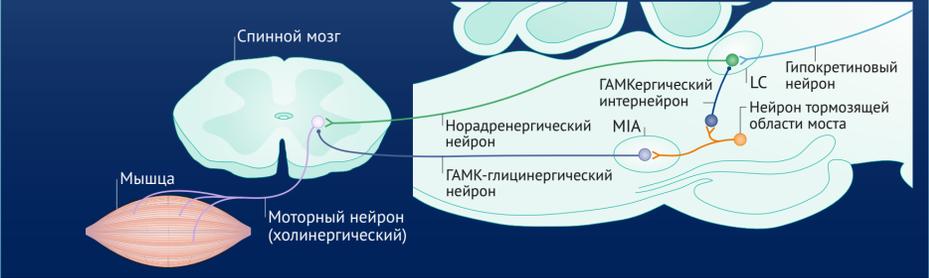
SCN является главным синхронизатором 24-часовых ритмов и оказывает сильное влияние на фазы сна¹⁴. У приматов SCN регулирует циркадные сигналы поддержания состояния готовности, которые препятствуют сонливости в течение дня^{15,16}. Когда это влияние утихает, запускается цикл REM-/NREM-сна. Циркадный ритм также влияет на соотношение фаз сна, увеличивая продолжительность и интенсивность фазы REM-сна к концу ночи. Воздействие света через ретино-гипоталамическую меланопсиновую систему связывает циркадный ритм со световым днём¹⁷. Тот факт, что животные без SCN продолжают придерживаться ожидаемой длительности REM и NREM фаз сна, говорит о том, что SCN не является необходимым для обеспечения этих состояний^{18,19}.

Цикл сна и нейронные корреляты сна и бодрствования



Ослабление мышечного тонуса во время REM фазы сна

Моторные нейроны получают проекции от ГАМК-глициновой моторно-ингибирующей системы в медиальном продолговатом мозге⁵¹ и активирующие сигналы от норадренергических нейронов из голубого пятна и других норадренергических нейронов ствола мозга^{52,53}. Во время бодрствования каудальная проекция от гипокретиновых нейронов в голубое пятно поддерживает активность норадренергических клеток⁵⁴⁻⁵⁷. Во время фазы REM-сна мышечный тонус выключается или ослабляется путём активации ГАМК-глициновых окончаний на моторных нейронах и одновременной инактивации норадренергических стимулов моста⁵⁸. Этот же механизм может быть патологически запущен у людей с нарколепсией, что приводит к возникновению катаlepsии⁵¹⁻⁵³. Подавлять состояние катаlepsии у пациентов с нарколепсией могут агонисты адренорецепторов. При нарушениях поведения в фазе REM-сна система подавления мышечного тонуса не активируется полностью, в результате чего во время REM-сна происходит “отыгрывание” сновидений⁵⁹.



Нарушения сна

Заболевание	Клинические проявления	Механизм нарушения	Терапия первой линии
Бессонница ⁶⁰	Неспособность засыпать или поддерживать состояние сна; ощущение недостатка перевозбуждением, сна (даже после нормального сна)	Неизвестен в большинстве случаев; редко – повреждение мозга; может протекать с ощущением недостатка перевозбуждением, депрессией и PTSD	Когнитивная поведенческая терапия
Апноэ во сне ⁶¹	Прерывистое, затрудненное дыхание, приводящее к гипоксии	Уменьшение диаметра дыхательных путей и ослабление тонуса дыхательных мышц, приводящее к коллапсу дыхательных путей во время сна	Постоянное положительное давление в дыхательные пути, нагнетаемое через маску
Нарушения поведения в REM фазе сна ⁵⁹	“Отыгрывания” снов, травмы во время сна	Повреждение регионов ствола мозга, тормозящих движения	Клоназепам
Периодические движения ногами, часто наблюдается вместе с синдромом “беспокойных ног” ⁶²	Регулярные подергивания конечностями, обычно ногами	Неизвестен, скорее всего нарушения в стволе мозга	Агонисты дофаминовых рецепторов
Нарколепсия ⁶³	Сонливость, катаlepsия, галлюцинации при засыпании и во время выхода из сна, сонный паралич	Гибель гипокретиновых нейронов ^{55,58} , значительное увеличение числа гистаминергических нейронов ^{64,65}	Стимуляторы, подавляющие сонливость, антидепрессанты или агонисты адренорецепторов для предотвращения катаlepsии, натрия оксибутират для обоих симптомов

BE WELL. NOT A WISH. A PROMISE.
For more than 150 years, a very special passion has driven the people of Merck. Our goal is to develop medicines, vaccines, and animal health innovations that will improve the lives of millions. Still, we know there is much more to be done. And we're doing it, with a long-standing commitment to research and development. We're just as committed to expanding access to healthcare and working with others who share our passion to create a healthier world. Together, we'll meet that challenge. Promise.

Please visit our website www.merck.com. For more information about getting Merck medicines and vaccines for free, visit merckhelps.com or call 800-727-5400

Сокращения

DR, дорсальное ядро шва
EEG, электроэнцефалограмма
EMG, электромиограмма
HCRT, гипокретин (орексин)
HIS, гистамин
LC, locus coeruleus, голубое пятно
LDT, заднелатеральное ядро покрышки
MCH, меланин-концентрирующий гормон
MIA, ингибирующая область продолговатого мозга
NB, базальное ядро

NREM, Non-REM, медленные движения глаз
NTS, ядро одиночного пути
PO, преоптическая область гипоталамуса
PPT, ножкомостовое ядро покрышки
PTSD, посттравматическое стрессовое расстройство
REM, быстрые движения глаз
SC, subcoeruleus, подголубоватое ядро
SCN, супрахиазматическое ядро
vIPAG, переднелатеральная область центрального серого вещества

Affiliations

R.M. and J.S. are at the Department of Psychiatry and Brain Research Institute, University of California Los Angeles (UCLA) School of Medicine, Veterans' Affairs Greater Los Angeles Healthcare System (VA GLAHS), 16111 Plummer Street North Hills, 151A3, California 91343, USA

Correspondence to J.S. e-mail: jsiegel@ucla.edu

Competing interests statement

The authors declare no competing interests.

For the reference list, please see: <http://www.nature.com/nrn/posters/sleep>

The poster content is peer reviewed, editorially independent and the sole responsibility of Nature Publishing Group. Edited by Darran Yates; copyedited by Natasha Bray; designed by Jennie Vallis.

© 2015 Nature Publishing Group.

<http://www.nature.com/nrn/posters/sleep>