

ВИДЫ СНА И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.

Эргашева Д.Ш, Халимбаева З.С.

*“Alfraganus University” университет, медицинский факультет, кафедра медицины,
2 курс студенты бакалавриата.*

Научный консультант: Хайруллаева Мафтуна Ибодуллаевна

Аннотация. Сон — это жизненно важный физиологический процесс, состоящий из чередующихся фаз, каждая из которых играет уникальную роль в поддержании здоровья и функционирования организма. В данной статье рассматриваются основные виды сна — медленный (NREM) и быстрый (REM), а также дополнительные формы, включая унилатеральный и микросон. Анализируются нейрофизиологические, гормональные и поведенческие особенности фаз сна, их функции в восстановлении, памяти и эмоциональной регуляции. Приводится сравнительная характеристика REM- и NREM-сна, подчеркивается их взаимодополняющее значение. Особое внимание уделено биологическим механизмам, таким как глимфатическая очистка и секреция гормонов. Статья основана на рецензируемых источниках и отражает современные представления о природе сна.

Ключевые слова: сон, фазы сна, NREM, REM, физиология сна, память, глимфатическая система, микросон.

Abstract. Sleep is a vital physiological process composed of alternating phases, each contributing uniquely to the body's recovery and function. This article reviews the main types of sleep—non-rapid eye movement (NREM) and rapid eye movement (REM)—as well as additional forms such as unihemispheric sleep and microsleep. The neurophysiological, hormonal, and behavioral features of each sleep stage are discussed, along with their roles in restoration, memory consolidation and emotional regulation. A comparative analysis of REM and NREM sleep highlights their complementary importance. Special attention is given to biological mechanisms including glymphatic clearance and hormonal secretion. The review is based on peer-reviewed literature and reflects current scientific understanding of sleep physiology.

Keywords: sleep, sleep stages, NREM, REM, sleep physiology, memory, glymphatic system, microsleep.

Введение

Сон представляет собой активное физиологическое состояние, в ходе которого происходят процессы восстановления, регуляции и интеграции. Он играет ключевую роль в поддержании гомеостаза, когнитивных функций, иммунной активности и нейрональной пластичности. Исторически научное изучение сна началось в XIX веке, однако значительный прогресс был достигнут после внедрения электрофизиологических методов в середине XX века (Rechtschaffen, Kales, 1968) [12]. Современная сомнология рассматривает сон как динамическое состояние,

регулируемое сложным взаимодействием циркадных и гомеостатических процессов. Сон цикличен и состоит из чередующихся фаз, образующих так называемую «архитектуру сна». Один полный цикл длится примерно 90–110 минут и включает два основных вида сна: медленный (NREM) и быстрый (REM). Эти фазы повторяются 4–6 раз за ночь, причём наибольшая доля медленного сна приходится на первую половину ночи, а REM увеличивается к утру [2,5]. Изучение сна проводится с помощью полисомнографии, которая фиксирует ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ и дыхательные показатели. Регуляция сна осуществляется балансом циркадных и гомеостатических процессов, а также взаимодействием нейромедиаторных систем, включая ГАМК, серотонин, ацетилхолин и орексин.

3. Медленный сон (NREM)

Медленный сон (non-rapid eye movement, NREM) занимает приблизительно 75–80% общей продолжительности сна и является фундаментальным компонентом ночного цикла. Он подразделяется на три последовательные стадии (N1, N2 и N3), отражающие постепенное углубление сна и связанные с различными физиологическими и когнитивными процессами [2,12].

Стадия N1 — это переходное состояние между бодрствованием и сном, составляющее около 5–10% общего времени сна. На ЭЭГ наблюдается снижение альфа-ритма (8–12 Гц) и появление тета-активности (4–7 Гц). Для этой стадии характерны: замедление сердечного ритма и дыхания, снижение мышечного тонуса, появление гипнагогических образов, иногда сопровождающихся миоклоническими подёргиваниями. Стадия N1 играет роль «входных ворот» ко сну, подготавливая нейронные сети к переходу в более глубокие стадии.

Стадия N2 — является наиболее продолжительной, составляя 45–55% сна взрослого человека. Её ключевые признаки на ЭЭГ это сонные веретёна (короткие всплески активности 11–16 Гц) и К-комплексы — высокоамплитудные медленные волны. Функции стадии N2 включают сенсорную фильтрацию (подавление реакции на незначимые внешние стимулы) и начальные процессы консолидации памяти [2]. Сонные веретёна считаются важным маркером нейрональной пластичности и когнитивных способностей, поскольку их количество коррелирует с уровнем интеллекта и способностью к обучению [11].

Стадия N3 — занимает 15–25% сна и характеризуется появлением дельта-волн высокой амплитуды (0,5–4 Гц). Это наиболее восстановительный этап сна, во время которого активируется глимфатическая система обеспечивающая удаление метаболитов, включая β -амилоид (Xie et al., 2013) [15]. Усиливается секреция гормона роста (GH), стимулирующего процессы регенерации тканей и обмена веществ (Van Cauter & Plat, 1996) [13]. Наблюдается повышение активности иммунной системы, включая продукцию цитокинов, что усиливает противоифекционную защиту организма [1]. Отмечается снижение температуры тела, ЧСС и дыхательной частоты, что минимизирует энергозатраты. В когнитивной сфере N3 играет ключевую роль в консолидации декларативной памяти, связанной с фактами и знаниями [3]. NREM

тесно связан с эндокринной системой. Наиболее значимые гормоны: **Мелатонин** — пик секреции в ночное время облегчает засыпание и синхронизирует циркадные ритмы. **Гормон роста (GH)** — до 70% его суточной секреции приходится на стадию N3, что обеспечивает рост и восстановление тканей [13]. **Пролактин** — усиливается в ночные часы, поддерживая иммунную функцию. **Кортизол** — низкий в первые часы сна, затем растёт к утру, подготавливая организм к пробуждению [14]. Таким образом, NREM является эндокринно-зависимым процессом, обеспечивающим не только восстановление, но и метаболическую стабилизацию.

4. Быстрый сон (REM)

Быстрый сон (rapid eye movement, REM) составляет примерно 20–25% общей продолжительности сна у взрослых и характеризуется уникальным сочетанием высокой мозговой активности и почти полной мышечной атонии. REM-сон наступает через 80–100 минут после засыпания и повторяется несколько раз за ночь, при этом продолжительность эпизодов увеличивается к утру [5]. Доля REM-сна значительно варьирует с возрастом у новорождённых REM занимает до 50% от общей продолжительности сна, что связано с активным развитием нервной системы [7]. В подростковом и взрослом возрасте показатель снижается до 20–25%. У пожилых людей наблюдается дальнейшее сокращение REM, что может быть связано с изменениями когнитивных функций и нейродегенеративными процессами [1]. REM-сон сопровождается: быстрыми и хаотичными движениями глаз; снижением мышечного тонуса (атония); десинхронизированной ЭЭГ, напоминающей бодрствование (низковольтные быстрые β -волны); активацией холинергических нейронов ствола мозга; колебаниями частоты сердечных сокращений, артериального давления и дыхания [6]. Считается, что в REM происходит интеграция информации между лимбической системой и корой головного мозга, что определяет эмоциональную окраску сновидений [5]. REM-сон играет ключевую роль в консолидации процедурной памяти (навыки, моторные программы), эмоциональной переработке и регуляции аффекта, формировании креативности и ассоциативного мышления [3,14]. Исследования показали, что депривация REM приводит к повышенной эмоциональной реактивности, ухудшению способности к решению проблем и дефициту обучения моторным задачам [11]. Еще нарушения REM-сна ассоциированы с рядом патологий такими как:

1. Расстройства сна с быстрыми движениями глаз (REM sleep behavior disorder, RBD) — проявляются утратой атонии и двигательными актами во сне; часто предшествуют развитию болезни Паркинсона;
2. Депрессия — характеризуется укорочением латентности REM и увеличением его доли [5];
3. Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) сопровождается повторяющимися яркими сновидениями и нарушением регуляции REM [11].

Гормональная регуляция REM состоит из таких гормонов как: **Ацетилхолин** — основной медиатор REM, активирующий кору и гиппокамп; **Кортизол** —

концентрация повышается ближе к утру, совпадая с увеличением продолжительности REM [14]; **Тестостерон** — уровень коррелирует с количеством REM, особенно у мужчин в молодом возрасте [13]; **Норадреналин** — активность снижается, что позволяет поддерживать состояние мышечной атонии [4].

5. Дополнительные типы сна

Классическая структура сна у человека включает NREM и REM, однако в физиологии и эволюционной биологии выделяются и иные формы сна, которые демонстрируют разнообразие его функций и адаптивного значения. Парадоксальный и ортодоксальный сон — термины «ортодоксальный» и «парадоксальный» сон были введены в середине XX века для обозначения медленного (NREM) и быстрого (REM) сна соответственно. Такое название объясняется парадоксальным сочетанием в REM высокой мозговой активности при глубокой мышечной атонии [6]. Сегодня эти термины используются преимущественно в историческом контексте, однако они сыграли важную роль в развитии сомнологии и понимании многофазной структуры сна. Унилатеральный сон — представляет собой уникальный феномен, наблюдаемый у ряда млекопитающих (дельфины, морские львы) и птиц. В этом состоянии одно полушарие мозга демонстрирует признаки медленного сна (дельта-активность), тогда как другое остаётся в состоянии бодрствования [9]. Функции унилатерального сна включают поддержание бдительности и возможность контроля окружающей среды, сохранение способности к движению и дыханию (у морских млекопитающих), адаптивную защиту от хищников. Электрофизиологические исследования показали, что при унилатеральном сне глаз, связанный с активным полушарием, остаётся открытым, а другой закрывается, что подтверждает межполушарную асимметрию состояния [9]. Микросон — кратковременные эпизоды сна длительностью от 1 до 10 секунд, возникающие на фоне крайнего недосыпания или монотонной деятельности. Он характеризуется: внезапным появлением дельта- и тета-активности на ЭЭГ, краткой потерей осознания и внимательности. Микросон рассматривается как защитный механизм мозга при дефиците сна, обеспечивающий минимальное восстановление нейрональных сетей. По данным клинических наблюдений, эпизоды микросна фиксируются у здоровых людей при длительной депривации и у пациентов с патологическими нарушениями сна, такими как обструктивное апноэ сна и нарколепсия [8]. Изучение нетипичных форм сна позволяет глубже понять его эволюционное значение и физиологическую пластичность. Так, унилатеральный сон демонстрирует важность сна как адаптивного механизма выживания, а микросон — как индикатор крайнего энергетического истощения мозга. Для клинической практики особое значение имеет диагностика микросна у пациентов с хроническим недосыпанием, поскольку это состояние существенно повышает риск дорожно-транспортных происшествий и профессиональных травм [8,9].

6. Сравнительный анализ REM и NREM сна

Характеристика	Медленный сон (NREM)	Быстрый сон (REM)
ЭЭГ	Тета- и дельта-волны	Низковольтная бета-

		активность
Мышечный тонус	Снижен	Почти полная атония
Глазные движения	Медленные (N1), отсутствуют (N2-3)	Быстрые, хаотичные
Длительность фаз	Преобладают в первой половине ночи	Удлиняются к утру
Сновидения	Редкие, фрагментарные	Яркие, эмоционально насыщенные
Гормональный фон	GH, пролактин	Ацетилхолин, кортизол
Влияние на память	Декларативная память	Эмоциональная и процедурная память
Вегетативная активность	Замедлена	Нестабильна
Очистка мозга	Активность глимфатической системы	Незначительная

Таким образом, NREM обеспечивает физическое и метаболическое восстановление, а REM — когнитивную переработку и эмоциональную регуляцию.

Заключение

Разделение сна на фазы NREM и REM отражает его сложную и многоуровневую природу. Каждая из фаз обладает уникальными нейрофизиологическими характеристиками и функциональным значением. Медленный сон обеспечивает соматическое восстановление и иммунную защиту, тогда как быстрый сон критичен для когнитивных процессов и эмоционального баланса. Дополнительные типы сна, наблюдаемые у животных и при патологиях, расширяют понимание эволюционной и адаптивной значимости сна. Изучение физиологических и биологических особенностей видов сна остаётся актуальной задачей медицины и нейронаук. Будущие исследования в области нейробиологии сна будут направлены на изучение его роли в поддержании когнитивного здоровья и профилактике нейродегенеративных заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (VANCOUVER, АЛФАВИТ):

1. Brown LJ. Physiologic nature of sleep. In: Brown LJ, editor. Principles of Neuroscience. London: Imperial College Press; 2005. P. 1087–1119.
2. De Gennaro L, Ferrara M. Sleep spindles: an overview. Sleep Med Rev. 2003;7(5):423–40.
3. Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. Nat Rev Neurosci. 2010;11(2):114–26.
4. Hauglund NL, et al. Norepinephrine-mediated slow vasomotion drives glymphatic clearance during sleep. Cell. 2025;188(2):e1–e14.
5. Hobson JA, Pace-Schott EF. The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning. Nat Rev Neurosci. 2002;3(9):679–93.
6. Jouvet M. The role of monoamines and acetylcholine-containing neurons in the regulation of the sleep-waking cycle. Ergeb Physiol. 1972;64:166–307.



7. Mirmiran M, Maas YG, Ariagno RL. Development of fetal and neonatal sleep and circadian rhythms. *Sleep Med Rev.* 2003;7(4):321–34.
8. Peiris MT, Frerichs RJ, Thomas RJ. Measuring microsleep episodes using EEG and behavioral correlates. *J Clin Sleep Med.* 2018;14(8):1237–45.
9. Rattenborg NC, Amlaner CJ, Lima SL. Behavioral, neurophysiological and evolutionary perspectives on unihemispheric sleep. *Neurosci Biobehav Rev.* 2000;24(8):817–42.
10. Rattenborg NC, Martinez-Gonzalez D, Lesku JA. Sleep function: an evolutionary perspective. *PLoS Biol.* 2022;20(9):e3001831.
11. Rasch B, Born J. About sleep's role in memory. *Physiol Rev.* 2013;93(2):681–766.
12. Rechtschaffen A, Kales A. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Los Angeles: UCLA Brain Information Service; 1968.
13. Van Cauter E, Plat L. Physiology of growth hormone secretion during sleep. *J Pediatr.* 1996;128(5 Pt 2):S32–7.
14. Walker MP, Stickgold R. Sleep, memory, and plasticity. *Annu Rev Psychol.* 2006;57:139–66.
15. Xie L, Kang H, Xu Q, et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science.* 2013;342(6156):373–7.