ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ СТАТЬИ НА КОНКУРС СНО И ФЕСТИВАЛЬ «НАУКА 0+»

Номинация конкурса: «Наука простыми словами» (секция: Биомедицина, когнитивные науки и нейрофизиология)

Автор: Соколова Анна Дмитриевна, студентка 3-го курса биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, г. Москва; e-mail: a.sokolova@bio.msu.ru

Научный консультант: Ковалев Илья Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных МГУ имени М. В. Ломоносова

НОЧНАЯ УБОРКА В ГОЛОВЕ: КАК ГЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СПАСАЕТ НАШ МОЗГ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ И БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Лид (анонс): Каждую ночь, пока вы видите сны, ваш мозг запускает высокотехнологичную систему гидравлической самоочистки. Почему всего одна бессонная ночь перед экзаменом снижает скорость реакции так же сильно, как легкое алкогольное опьянение? Разбираемся, как группа датского нейробиолога Майкен Недергаард открыла в голове человека «скрытую дренажную сеть» и почему сон на боку ускоряет вымывание токсичных белков.

1. Парадокс органа без лимфатических сосудов

Человеческий мозг при массе около 1,4 кг (всего 2% от массы тела) потребляет до 20–25% всей метаболической энергии организма. Любое интенсивное производство неизбежно оставляет отходы: каждую секунду нейроны выбрасывают в межклеточное пространство отработанные белковые молекулы, в том числе пептид бета-амилоид и тау-белок. Во всех остальных тканях тела — от мышц до печени — клеточный мусор собирает и уносит лимфатическая сеть. Однако в паренхиме головного мозга классических лимфатических сосудов нет. Более ста лет физиологи пытались разгадать, каким образом мозг утилизирует сотни граммов белковых метаболитов в год.

2. Клетки-дворники и ночной «посудомоечный цикл» мозга

Разгадку нашли в 2012–2013 годах исследователи из Рочестерского университета под руководством профессора Майкен Недергаард [1; 2]. Наблюдая за живым мозгом мышей через двухфотонный микроскоп, ученые обнаружили систему периваскулярных туннелей вокруг кровеносных сосудов, сформированную отростками вспомогательных клеток — астроцитов (на которых расположены водные каналы аквапорина-4). По аналогии с лимфатической системой и за счет ключевой роли глии этот механизм получил название **глимфатической системы**. Самое поразительное открылось при переходе животных в фазу медленноволнового сна (таблица 1).

Физиологический параметр мозга	Бодрствование (активный день)	Глубокий медленноволновый сон (дельта-фаза)	Острая депривация сна (бессонная ночь)
Объем межклеточного пространства паренхимы	14–15% объема ткани (узкие каналы)	22–24% объема (+60% за счет сжатия клеток) [2]	Сжат до 13–14%, высокий гидравлический барьер
Скорость тока спинномозговой жидкости (ликвора)	Базовый минимальный уровень (принят за 100%)	Возрастает на 90–95% (пульсовой промыв)	Снижена, застой интерстициальной жидкости
Клиренс (выведение) растворимого бета-амилоида	Медленное выведение	Ускоряется в 2,0–2,2 раза [2, p. 375]	Накопление +5% в гиппокампе за 1 ночь (ПЭТ) [3]
Активность норадренергической системы	Высокая (поддерживает тонус и фокус внимания)	Снижена (позволяет астроцитам «расступиться»)	Гиперактивация на фоне кортизолового стресса

3. Три практических вывода из нейробиологической лаборатории

1. *Приоритет первых часов ночного сна:* пик дельта-активности и работы глимфатического насоса приходится на первые 3–4 часа ночного сна в полной темноте. 2. *Влияние позы тела:* динамическая МРТ с контрастированием показала, что в положении лежа на боку клиренс метаболитов проходит статистически эффективнее, чем на спине или на животе [4, p. 11038]. 3. *Роль дневной аэробной нагрузки:* пульсация стенок мозговых артерий служит физическим поршнем, проталкивающим ликвор сквозь ткань мозга.

Список использованных научных первоисточников (ГОСТ Р 7.0.100–2018)

1. Iliff J. J., Wang M., Liao Y., et al. A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid β // Science Translational Medicine. — 2012. — Vol. 4, No. 147. — P. 147ra111. — DOI: 10.1126/scitranslmed.3003748.

2. Xie L., Kang H., Xu Q., et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain // Science. — 2013. — Vol. 342, No. 6156. — P. 373–377. — DOI: 10.1126/science.1241224.

3. Shokri-Kojori E., Wang G. J., Wiers C. E., et al. β-Amyloid accumulation in the human brain after one night of sleep deprivation // Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). — 2018. — Vol. 115, No. 17. — P. 4483–4488. — DOI: 10.1073/pnas.1721694115.

4. Lee H., Xie L., Yu M., et al. The effect of body posture on brain glymphatic transport // Journal of Neuroscience. — 2015. — Vol. 35, No. 31. — P. 11034–11044. — DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1625-15.2015.

Материал подготовлен экспертами научного сервиса DisserTop (https://dissertop.ru/)