

# **МРТ-ХАРАКТЕРИСТИКА ОКОЛОВОДОПРОВОДНОГО СЕРОГО ВЕЩЕСТВА И ЕЕ СВЯЗЬ С ГЛИМФАТИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ, ЭМОЦИОНАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ И НАРУШЕНИЯМИ СНА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ**

**Аленикова О. А., Босякова Е. В., Пархач Л. П.**

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии  
Минск, Беларусь

**Введение.** Хроническая боль – сложный процесс, включающий сенсорные и эмоциональные нарушения в сочетании с поведенческой адаптацией. Хорошо известно, что на хроническую боль значительное влияние оказывают недостаток сна и эмоциональные перепады, и наоборот. Сочетание хронической боли с нарушениями сна отрицательно влияет на гомеостаз мозга, вызывая нейровоспаление [4], что может привести к снижению глимфатического клиренса. околородопроводное (или периакведуктальное) серое вещество является одной из ключевых структур, играющих важную роль в модуляции боли [2]. В околородопроводном сером веществе имеет место высокая экспрессия трансмембранного водного белка аквапорина 4 (AQP4), который принимает участие в очистке мозга от продуктов жизнедеятельности. У мышей с генетической делецией AQP4 наблюдались нарушения структуры мозга и молекулярного транспорта воды, которые приводят к снижению глимфатического клиренса и, соответственно, к увеличению и застою жидкости в интерстициальном пространстве, что опосредованно нарушает работу мозга [1]. Хроническая боль может также приводить к реорганизации серого вещества в структурах мозга, участвующих в модуляции эмоционального состояния и боли [2]. В околородопроводном сером веществе содержатся нейроны, которые производят энкефалины и уменьшают восприятие восходящих болевых импульсов из спинного мозга. В эту область нередко вживляют электроды имплантатов устройств глубокой стимуляции мозга при лечении пациентов с хронической болью [3]. Кроме того, околородопроводное серое вещество участвует в болезненных состояниях, включая тревогу, панические расстройства, депрессию и нарушения сна.

**Цель.** Изучение МРТ-изменений околородопроводного серого вещества во взаимосвязи с эмоциональными нарушениями и нарушениями сна у пациентов с хронической болью.

**Методы исследования.** 28 пациентов с хронической первичной и вторичной скелетно-мышечной болью в возрасте 42-60 лет и 20 здоровых людей того же возраста (контрольная группа) были протестированы с использованием четырехмерного опросника симптомов 4ДДТС (Four-Dimensional Symptom Questionnaire – 4DSQ) для оценки дистресса,

депрессии, тревоги и соматизации; опросник сна Шпигеля (Spiegel Sleep Questionnaire – SSQ) и визуально-аналоговая шкала (ВАШ). Для оценки сна использовали полисомнографию с количественным анализом спектральной мощности ЭЭГ. Использовали стандартизированную морфометрию МРТ с ручной сегментацией околосерого вещества для оценки интенсивности сигнала. Для оценки функции глимфатической системы участникам проводился диффузионно-тензорный визуализирующий анализ периваскулярного пространства (diffusion tensor image analysis along the perivascular space – DTI-ALPS) с анализом изменений индекса периваскулярной диффузии ALPS (Analysis along the Perivascular Space).

**Результаты и их обсуждение.** Различий между группами по соотношению полу и возрасту не было. Группа пациентов с хронической болью имела более высокий балл по общему баллу 4DSQ по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,001$ ), а также по подшкалам дистресса, депрессии, тревоги и соматизации. У пациентов с хронической болью наблюдались более выраженные субъективные нарушения сна по SSQ ( $p < 0,01$ ), уменьшение общего времени сна ( $p < 0,005$ ) и удлинение латентного периода засыпания ( $p = 0,01$ ) по сравнению с контрольной группой. Общая медленноволновая активность значительно снижалась, особенно в лобных областях во время медленного сна, с увеличением мощности  $\alpha$ -диапазона в теменных областях во время быстрого сна у пациентов с хронической болью.

МРТ-морфометрия выявила увеличение плотности околосерого вещества в группе пациентов с хронической болью по сравнению с контролем ( $p < 0,01$ ). Индекс ALPS у них был ниже, чем в контрольной группе, и отрицательно коррелировал с плотностью околосерого вещества ( $p < 0,01$ ). Его плотность имела положительную корреляцию с показателями 4DSQ и ВАШ ( $p < 0,005$ ) и отрицательную корреляцию с общим временем сна и показателем SSQ ( $p < 0,01$ ).

**Выводы.** Хроническая боль тесно связана с различными патологическими состояниями, такими как депрессия, тревога, соматизация и проблемы со сном. Эти состояния часто возникают одновременно, приводя к нейрофизиологическим изменениям, а также морфологической реорганизации мозга. Снижение общей медленноволновой активности во время медленного сна снижает глимфатический клиренс, что может служить возможным объяснением взаимосвязи между нарушениями сна и хронической боли. Изменение плотности околосерого вещества, коррелирующее с эмоциональными изменениями, выраженностью боли и параметрами сна, а также индексом ALPS, свидетельствует, что околосерое вещество является ключевой структурой мозга, объединяющей основные патогенетические механизмы хронизации боли. В связи с этим различные воздействия на него можно рассматривать как один из методов лечения первичной и вторичной скелетно-мышечной боли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Aguera L., Failde I., Cervilla J.A. et al. Medically unexplained pain complaints are associated with underlying unrecognized mood disorders in primary care // BMC Fam Pract. – 2010. – Vol. 11. – P. 17.
2. Gomolka R.S., Hablitz L.M., Mestre H. et al. Loss of aquaporin-4 results in glymphatic system dysfunction via brain-wide interstitial fluid stagnation // Elife. – 2023. – P. 1–36.
3. Sims-Williams H., Matthews J.C., Talbot P.S. et al. Deep brain stimulation of the periaqueductal gray releases endogenous opioids in humans // Neuroimage. – 2017. – Vol. 146. – P. 833–842.
4. Vergne-Salle P., Bertin P. Chronic pain and neuroinflammation // Joint Bone Spine. – 2021. – Vol. 88, № 6. – P. 1–7.

## **ЗРИТЕЛЬНЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА У ЛИЦ, НАБЛЮДАЮЩИХ РЕКУРРЕНТНЫЕ ЭПИЗОДЫ ГИПОКСИИ И ГИПЕРКАПНИИ ВО СНЕ**

**Борисевич А. В.<sup>1</sup>, Саваневская Е. Н.<sup>1, 2</sup>, Хомич Г. Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина  
Брест, Беларусь

**Введение.** Затруднения дыхания во сне являются одним из самых распространенных нарушений функции дыхательной системы. Затрудненное дыхание сильно снижает качество жизни, но причина его по-прежнему неизвестна. Доказано [2], что апноэ сна относится к факторам риска сердечно-сосудистых заболеваний и метаболических расстройств. Основная причина нарушений, возникающих при многолетних симптомах апноэ, – рекуррентная гипоксия и гиперкапния, сопутствующая эпизодам затруднения ночного дыхания [5]. Негативный эффект повторяющихся эпизодов недостатка кислорода и избытка углекислого газа обусловлен тем, что избыточное содержание двуокиси углерода в крови способствует ее закислению – ацидозу [1]. Его выраженность, умеренная при кратковременной гиперкапнии, нарастает по мере увеличения длительности эпизодов затрудненного дыхания во сне. Метаболический ацидоз, в свою очередь, вызывает рефлекторные реакции, направленные на восстановление значений pH крови [3]. Этим обусловлены частые пробуждения во время сна, направленные на восстановление дыхания посредством частых и глубоких вдохов, сопровождающихся звуками, снижающими качество сна. Помимо этого, метаболический ацидоз препятствует снижению