



Возможности прогнозирования риска когнитивных нарушений у пациентов с апноэ во сне и инфарктом мозга

Е. В. Сереброва

Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Оценить эффективность супероксиддисмутазы (СОД) в качестве маркера для прогнозирования когнитивных нарушений в конце острого периода инфаркта мозга (ИМ) у пациентов с апноэ во сне (АС).

Материалы и методы. Было обследовано 74 пациента в остром периоде ИМ с сопутствующим АС и 36 пациентов с ИМ без АС. Всем пациентам выполнялась респираторная полиграфия, определение когнитивных нарушений с помощью Монреальской шкалы оценки когнитивных функций и исследование СОД крови.

Результаты. Установлено пороговое значение показателя активности СОД сыворотки $\leq 47,9$ единиц активности, являющееся прогностическим маркером нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков (AUC — 0,725 (95 % ДИ 0,609–0,823; $p = 0,003$); чувствительность — 70,9 % (95 % ДИ 58,1–81,8); специфичность — 66,7 % (95 % ДИ 34,9–90,1)) и отсроченного воспроизведения (AUC — 0,701 (95 % ДИ 0,584–0,802; $p = 0,005$); чувствительность — 70,5 % (95 % ДИ 57,4–81,5); специфичность — 61,5 % (95 % ДИ 31,6–86,1)) в конце острого периода ИМ у пациентов с АС.

Заключение. У пациентов с АС пороговое значение показателя активности СОД крови $\leq 47,9$ единиц активности может быть использовано как классификатор хорошего качества для выделения групп риска развития нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков и отсроченного воспроизведения начиная с первых дней ИМ и планирования им лечебных и реабилитационных мероприятий, в том числе назначения терапии постоянным положительным давлением в дыхательных путях.

Ключевые слова: инфаркт мозга, апноэ во сне, когнитивные нарушения, супероксиддисмутаза

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Сереброва ЕВ. Возможности прогнозирования риска когнитивных нарушений у пациентов с апноэ во сне и инфарктом мозга. Проблемы здоровья и экологии. 2025;22(1):32–38. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-1-04>

Possibilities of predicting the risk of cognitive impairments in patients with sleep apnea and cerebral infarction

Ekaterina V. Serebrova

Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To evaluate the effectiveness of superoxide dismutase (SOD) as a marker for predicting cognitive impairment at the end of the acute period of cerebral infarction (CI) in patients with sleep apnea (SA).

Materials and methods. Seventy four patients in the acute period of CI and concomitant SA and 36 patients with CI without AS were examined. All patients underwent respiratory polygraphy, determination of cognitive impairment using the Montreal Cognitive Assessment, and blood SOD analysis.

Results. A threshold value of serum SOD activity ≤ 47.9 activity units was established, which is a prognostic marker of impairments in visual-constructive/executive skills (AUC – 0.725 (95% CI 0.609–0.823; $p=0.003$); sensitivity – 70.9% (95% CI 58.1–81.8); specificity – 66.7% (95% CI 34.9–90.1)) and delayed recall (AUC – 0.701 (95% CI 0.584–0.802; $p=0.005$); sensitivity – 70.5% (95% CI 57.4–81.5); specificity – 61.5% (95% CI 31.6–86.1)) at the end of the acute period of CI in patients with SA.

Conclusion. In patients with SA the threshold value of the blood SOD activity indicator ≤ 47.9 activity units can be used as a good-quality classifier for identifying risk groups for the development of visual-constructive/executive skills disorders and delayed recall starting from the first days of the CI, and planning their treatment and rehabilitation measures including the appointment of continuous positive airway pressure therapy.

Keywords: *cerebral infarction, sleep apnea, cognitive impairment, superoxide dismutase*

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Funding. The study was conducted without sponsorship.

For citation: *Serebrova EV. Possibilities of predicting the risk of cognitive impairments in patients with sleep apnea and cerebral infarction. Health and Ecology Issues. 2025;22(1):32–38. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-1-04>*

Введение

Когнитивные нарушения являются распространенным последствием острого нарушения мозгового кровообращения, часто возникая на фоне уже существующих микрососудистых и нейродегенеративных изменений мозга, и встречаются у 60 % пациентов в первый год после перенесенной сосудистой катастрофы [1]. Даже небольшие по объему поражения вещества мозга инсульты способны негативно повлиять на повседневные исполнительные функции, качество жизни и способность пациентов вернуться к работе [2]. Несмотря на то, что нарушения когнитивных функций в некоторых случаях могут быть обратимы, у трети пациентов с инсультом в течение 5 лет наблюдается их прогрессирование до деменции [1].

Большинство исследований выделяют пожилой возраст, низкий уровень образования и социально-экономического развития, преморбидный когнитивный дефицит, заболевания сердечно-сосудистой системы, а также предшествующие нарушения мозгового кровообращения в качестве основных факторов риска постинсультных когнитивных нарушений. Кроме того, существенное влияние могут оказывать тяжесть инсульта, объем, количество и локализация очагов поражения [3]. Изучение сложного взаимодействия между острым нарушением мозгового кровообращения и уже существующей патологией мозга, скрининг сопутствующих заболеваний и междисциплинарное ведение играют важную роль для разработки стратегий персонализированного прогнозирования, профилактики и реабилитации пациентов с постинсультными когнитивными нарушениями [1, 3].

Апноэ во сне встречается более чем у 70 % пациентов с инсультом, является его независимым фактором риска и тесно связано с прогнозом клинического восстановления [4, 5]. Общими патогенетическими механизмами, лежащими в основе взаимосвязи АС и нарушений мозгового кровообращения, являются повышенная гиперкоагуляция, артериальная гипертензия, атеросклероз, нарушения сердечного ритма и регуляции мозгового кровотока, наличие дефектов межпредсердной перегородки [4].

Более половины пациентов с АС и инсультом имеют когнитивную дисфункцию. Среди факторов, негативно влияющих на развитие когнитивных нарушений у пациентов с АС, выделяют

малую продолжительность сна, низкий уровень образования, тяжелую степень ночной гипоксии и гиповентиляции [5]. Согласно данным научных исследований у пациентов с инсультом и АС в структуре когнитивных нарушений выявлены более выраженные, чем у пациентов без АС, изменения в сферах внимания, исполнительных функций, зрительно-пространственных навыков, психомоторных способностей и интеллекта [5, 6].

В последние десятилетия перспективным научным направлением является изучение у пациентов с нарушением мозгового кровообращения биомаркеров крови, в том числе факторов антиоксидантной защиты, для облегчения диагностики, оценки долгосрочного прогноза и выбора подходящего варианта лечения постинсультных когнитивных нарушений [2].

В основе оксидативного стресса при инсульте лежат процесс активации свободнорадикального окисления липидов и белков, а также функциональный дисбаланс ферментативных и неферментативных компонентов системы антиоксидантной защиты [7]. Супероксиддисмутаза, являясь одним из ключевых элементов антиоксидантной системы, катализирует реакцию дисмутации супероксидного радикала, вызывающего повреждение при ишемическом оксидативном взрыве, переводя его в перекись водорода с последующей нейтрализацией [8]. Результаты двух метаанализов свидетельствуют о возможности использования СОД в качестве надежного маркера для мониторинга антиоксидантной защиты и выявления окислительного стресса у пациентов с АС [9, 10]. Кроме того, к настоящему времени установлено, что низкий уровень СОД в сыворотке крови связан с высоким риском когнитивных нарушений после ИМ, что определяет СОД как потенциальный модифицируемый фактор развития постинсультных когнитивных нарушений [11].

Цель исследования

Оценить эффективность СОД в качестве маркера для прогнозирования когнитивных нарушений в конце острого периода ИМ у пациентов с АС.

Материалы и методы

В 2017–2021 гг. на базе учреждения здравоохранения «Гомельский областной клинический

госпиталь инвалидов Великой Отечественной войны» было проведено проспективное динамическое клиническое исследование, включавшее 74 пациента с ИМ и АС (45 (60,8 %) мужчин и 29 (39,2 %) женщин в возрасте от 37 до 87 лет, медиана возраста — 63 (57; 71) года), которые составили основную группу, а также 36 пациентов с ИМ без АС (21 (58,3 %) мужчина и 15 (41,7 %) женщины в возрасте от 36 до 88 лет, медиана возраста — 64 (56; 74) года), которые вошли в группу сравнения.

Изучаемые группы были сопоставимы по возрасту ($p = 0,871$), полу ($\chi^2 = 0,06$; $p = 0,803$), а также по частоте встречаемости основной сопутствующей патологии (таблица 1).

Изучаемые группы были сопоставимы по возрасту ($p = 0,871$), полу ($\chi^2 = 0,06$; $p = 0,803$), а также по частоте встречаемости основной сопутствующей патологии (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика пациентов изучаемых групп по сопутствующим заболеваниям, n (%)
Table 1. Characteristics of patients in the studied groups by concomitant diseases, n (%)

Нозологическая форма заболевания	Основная группа (n = 74)	Группа сравнения (n = 36)	$p\chi^2$
Ишемическая болезнь сердца	65 (87,8)	26 (72,2)	0,077
Артериальная гипертензия	70 (94,6)	33 (91,7)	0,862
Фибрилляция предсердий	20 (27,0)	4 (11,1)	0,099
Атеросклероз брахиоцефальных артерий	68 (91,9)	33 (91,7)	0,741
Сахарный диабет	19 (25,7)	4 (11,1)	0,130

Все пациенты соответствовали критериям включения в исследование: возраст — 18 лет и старше, наличие ИМ, подтвержденного методами нейровизуализации, длительность от начала заболевания не более 72 ч.

Критериями невключения в исследование являлись уровень сознания менее 15 баллов по шкале комы Глазго; наличие психических нарушений, деменции любой этиологии в анамнезе, острых инфекционных заболеваний, соматических заболеваний в терминальной стадии; наличие выраженных речевых, двигательных, зрительных и слуховых нарушений, затрудняющих выполнение заданий Монреальской шкалы оценки когнитивных функций; отказ от участия в исследовании.

Исследование было одобрено региональным этическим комитетом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет»; у всех пациентов было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

При поступлении и через один месяц всем пациентам проводилась оценка тяжести неврологических нарушений по шкале инсульта Национальных институтов здравоохранения США (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS), степени инвалидизации и функциональных возможностей по модифицированной шкале Рэнкина (modified Rankin Scale, mRs) и когнитивных нарушений по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment, MOCA). Данная шкала включала исследование

зрительно-конструктивных / исполнительных навыков, называния, внимания, речи, абстракции, отсроченного воспроизведения, ориентации. Общий балл по MOCA < 26 свидетельствовал о наличии у пациента когнитивных нарушений, балл ≥ 26 соответствовал норме. При продолжительности образования пациента 12 лет и менее начислялся один дополнительный балл до возможного максимума — 30 баллов.

С целью выявления АС всем пациентам в первые 72 ч ИМ выполнялась респираторная полиграфия (портативные системы SleepView (BMC, Китай) и SOMNOchec micro CARDIO (Weinmann, Германия)), по показаниям дополнительно — автономная полисомнография (полисомнограф PSG-Сомнолаб 2 (Weinmann, Германия)). Степень тяжести выявленных нарушений дыхания во сне оценивалась по показателю индекса апноэ-гиппноэ (ИАГ): тяжелая степень АС соответствовала значениям ИАГ ≥ 30 респираторных событий в час, умеренная — 15–29 респираторных событий в час, тяжелая — 5–14 респираторных событий в час. В изучаемой группе легкая степень АС была диагностирована у 27 (36,5 %), умеренная — у 26 (35,1 %), тяжелая — у 21 (28,4 %) пациента.

Всем пациентам в первые 72 ч и через месяц от начала ИМ проводилось лабораторное определение активности СОД сыворотки крови с помощью реакции ингибирования автоокисления адреналина гидрохлорида на спектрофотометре фирмы SOLAR (Республика Беларусь).

Статистическая обработка материала проводилась с помощью программного обеспечения Statistica, 8.0 (StatSoft, США). Оценку нормальности распределения количественных признаков проводили с помощью W-теста Шапиро – Уилка. Учитывая, что все изучаемые признаки имели распределение, отличное от нормального, использовали непараметрические методы анализа и представляли данные в виде медианы, нижнего (25 перцентиль) и верхнего (75 перцентиль) квартилей (Me (LQ; UQ)). Для сравнения групп по качественным признакам применяли критерий хи-квадрат (Chi-square test, χ^2). Для сравнения двух независимых групп по количественным признакам использовали U-критерий Манна – Уитни (Mann – Whitney test); для сравнения двух зависимых групп — T-критерий Вилкоксона (Wilcoxon test). Для оценки связи между изучаемыми количественными показателями рассчитывали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). С помощью ROC-анализа, реализованного в статистической программе MedCalc, v. 12.6.1.0. (MedCalc Software Inc.), проводили определение пороговых значений исследуемых показателей и оценку их диагностической информативности с расчетом прогностической ценности площади под ROC-кривой (area under ROC-curve, AUC), чувствительности и специфичности. При значениях AUC 0,91–1,0 качество диагностической модели оценивали как отличное; 0,81–0,9 — очень хорошее; 0,71–0,8 — хорошее, 0,61–0,7 — среднее; 0,51–0,6 — неудовлетворительное. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В основной группе оценка по NIHSS была значимо выше, чем в группе сравнения и в пер-

вые 72 ч (5 (3; 8) и 3 (2; 5) баллов соответственно, $p_U = 0,003$), и через месяц (4 (1; 5) и 1 (0; 2,5) балла соответственно, $p_U = 0,001$). Оценка по mRS у пациентов основной группы также была выше в сравнении с пациентами без АС в первые 72 ч (3 (2; 3) и 2 (1; 2,5) балла соответственно, $p_U = 0,039$) и через месяц (1 (1; 3) и 1 (0; 1) балла соответственно; $p_U = 0,001$). Полученные результаты свидетельствуют о развитии у пациентов с АС более выраженных неврологических и функциональных нарушений в остром периоде ИМ в сравнении с группой без нарушений дыхания во сне. При анализе двигательных нарушений (не препятствовали заполнению МОСА) в основной группе было выявлено 13 (17,6 %) пациентов с выраженными двигательными нарушениями, 14 (18,9 %) — с умеренными и 23 (31,1 %) — с легкими; в группе сравнения аналогичные показатели составили 4 (11,1 %), 6 (16,6 %) и 11 (30,6 %) пациентов соответственно.

В первые 72 ч ИМ у 66 (89,2 %) пациентов основной группы наблюдались нарушения когнитивных функций (оценка по МОСА < 26 баллов); при повторном обследовании через месяц их количество значимо уменьшилось и составило 57 (77,0 %) человек ($p_{\chi^2} = 0,048$). Медиана баллов МОСА в начале острого периода ИМ составила 20 (18; 23), через месяц — 21,5 (19; 25) балла, при этом наблюдалась положительная динамика восстановления когнитивных нарушений ($T = 197,5$; $p < 0,001$).

Анализ оценки основных когнитивных сфер, включенных в МОСА, в динамике представлен в таблице 2.

Таблица 2. Структура когнитивных нарушений у пациентов с ИМ и АС, Me (LQ; UQ), баллы
Table 2. Structure of cognitive impairment in patients with CI and SA, Me (LQ; UQ), points

Когнитивная сфера	МОСА в первые 72 ч	МОСА через 1 месяц	T	p
Зрительно-конструктивные/исполнительные навыки	3 (2; 4)	3 (2; 4)	94,5	0,008
Называние	3 (2; 3)	3 (2; 3)	28,0	0,221
Внимание	4 (4; 5)	5 (4; 5)	179,5	0,276
Речь	2 (1; 3)	2 (1; 3)	475,5	0,820
Абстракция	1 (1; 2)	1 (1; 2)	144,0	0,864
Отсроченное воспроизведение	1 (1; 3)	2 (1; 3)	381,0	0,008
Ориентация	5 (5; 6)	6 (5; 6)	75,0	< 0,001

Таким образом, при сравнении когнитивных нарушений через месяц от начала ИМ с соответствующими показателями в первые 72 ч у пациентов изучаемой группы положительная динамика восстановления наблюдалась в сферах зрительно-конструктивных / исполнительных навыков, отсроченного воспроизведения и ориентации ($p_T < 0,05$).

В группе сравнения медиана баллов МОСА составила 22,5 (19; 25,5) в первые 72 ч и 24 (19,5; 26,5) балла через месяц и была значимо выше аналогичных показателей основной группы в начале ($p_U = 0,032$) и конце ($p_U = 0,027$) острого периода ИМ. Кроме того, в первые 72 ч от начала ИМ и при повторном исследовании через месяц у пациентов с АС были выявлены более низкие, чем в группе сравнения, показатели баллов МОСА в зрительно-конструктивных / исполнительных навыках, внимании и отсроченном воспроизведении ($p_U < 0,05$).

При оценке результатов лабораторных исследований активность СОД у пациентов с ИМ и АС в первые 72 ч составила 36,7 (26,3; 51,3) единиц активности, при повторном исследовании через месяц данный показатель составил 50,9 (37,4; 62,7) единиц активности, что отражает положительную динамику его изменения ($T = 222,0$; $p < 0,001$).

В группе сравнения активность СОД в динамике составила 54,2 (39,2; 68,5) и 69,8 (60,2;

84,0) единиц активности и была значимо выше аналогичных показателей основной группы ($p_U < 0,05$).

При проведении корреляционного анализа в основной группе были установлены отрицательные умеренные зависимости между ИАГ и активностью СОД в первые 72 ч ($r_s = -0,59$; $p < 0,001$) и через месяц от начала ИМ ($r_s = -0,63$; $p < 0,001$), между индексом десатурации и активностью СОД в первые 72 ч ($r_s = -0,40$; $p < 0,001$) и через месяц ($r_s = -0,44$; $p < 0,001$). Полученные результаты указывают на негативное влияние степени тяжести АС на активность СОД в остром периоде ИМ.

Также в основной группе были установлены положительные связи между активностью СОД в первые 72 ч ИМ и оценкой в сферах зрительно-конструктивных / исполнительных навыков, называния, внимания, абстракции и отсроченного воспроизведения через месяц (таблица 3). При этом наиболее высокие коэффициенты корреляционной зависимости были получены для взаимосвязей между активностью СОД и оценкой по зрительно-конструктивным / исполнительным навыкам ($r_s = 0,46$) и отсроченным воспроизведением ($r_s = 0,45$), в связи с чем эти показатели были отобраны для дальнейшего анализа.

Таблица 3. Корреляционные зависимости активности СОД в первые 72 ч ИМ и когнитивных нарушений через месяц у пациентов с АС

Table 3. Correlation dependences of SOD activity in the first 72 hours of CI and cognitive impairment after a month in patients with SA

Показатель	Основная группа (n = 74)	
	r_s	p
СОД и оценка зрительно-конструктивных/ исполнительных навыков	0,46	< 0,001
СОД и оценка называния	0,28	0,014
СОД и оценка внимания	0,41	< 0,001
СОД и оценка речи	0,06	0,624
СОД и оценка абстракции	0,38	0,001
СОД и оценка отсроченного воспроизведения	0,45	< 0,001
СОД и оценка ориентации	0,17	0,149

В группе сравнения корреляционных связей между активностью СОД и оценкой по различным категориям МОСА выявлено не было.

Для настоящего исследования представляло интерес изучение активности СОД, определенной в первые 72 ч ИМ, в качестве прогностического биохимического маркера развития когнитивных нарушений в конце острого периода

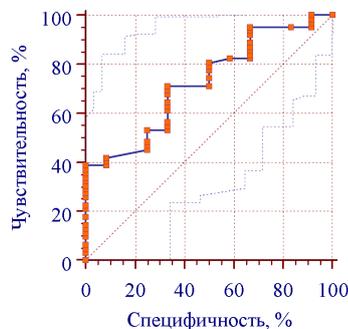
заболевания у пациентов с АС, для чего был выполнен ROC-анализ.

В изучаемой группе пороговое значение активности СОД, являющееся прогностическим для развития нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков, в конце острого периода ИМ составило $\leq 47,9$ единиц активности (AUC — 0,725 (95 % ДИ 0,609–0,823; $p = 0,003$);

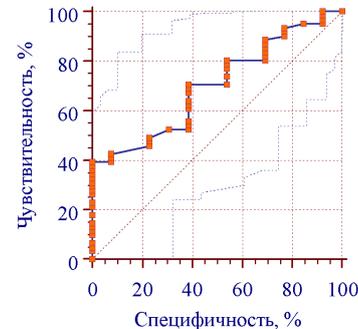
чувствительность — 70,9 % (95 % ДИ 58,1–81,8); специфичность — 66,7 % (95 % ДИ 34,9–90,1)) (рисунок 1а).

Для прогнозирования нарушений отсроченного воспроизведения в конце острого периода ИМ пороговое значение активности СОД

также составило $\leq 47,9$ единиц активности (AUC — 0,701 (95 % ДИ 0,584–0,802; $p = 0,005$); чувствительность — 70,5 % (95 % ДИ 57,4–81,5); специфичность — 61,5 % (95 % ДИ 31,6–86,1)) (рисунок 1б).



а



б

Рисунок 1. ROC-кривая активности СОД в качестве прогностического маркера: а — нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков; б — отсроченного воспроизведения в конце острого периода ИМ у пациентов с АС
Figure 1. ROC curve of SOD activity as a prognostic marker of: а — impairment of visual-constructive/executive skills; б — delayed recall at the end of the acute period of CI in patients with SA

Таким образом, при активности СОД $\leq 47,9$ единиц активности в первые 72 ч ИМ можно прогнозировать риск развития в конце острого периода заболевания нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков с точностью 72 % и отсроченного воспроизведения — с точностью 70 %.

Заключение

Установлено пороговое значение активности СОД крови $\leq 47,9$ единиц активности, являющее-

ся прогностическим маркером развития нарушений зрительно-конструктивных / исполнительных навыков и отсроченного воспроизведения в конце острого периода ИМ у пациентов с АС, которое может быть использовано как классификатор хорошего качества для выделения групп риска пациентов, начиная с первых дней заболевания и планирования им лечебных и реабилитационных мероприятий, в том числе назначения терапии постоянным положительным давлением в дыхательных путях.

Список литературы / References

1. El Husseini N, Katzan IL, Rost NS, Blake ML, Byun E, Pendlebury ST, et al. Cognitive impairment after ischemic and hemorrhagic stroke: a scientific statement from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2023 Jun;54(6):e272-e291. DOI: <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000430>
2. Kim KY, Shin KY, Chang KA. Potential biomarkers for post-stroke cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Int J Mol Sci*. 2022 Jan 6;23(2):602. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23020602>
3. Rost NS, Brodtmann A, Pase MP, van Veluw SJ, Biffi A, Duering M, Hinman JD, Dichgans M. Post-stroke cognitive impairment and dementia. *Circ Res*. 2022 Apr 15;130(8):1252-1271. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.122.319951>
4. Johnson KG, Johnson DC. Cognitive dysfunction: another reason to treat obstructive sleep apnea in stroke patients. *Sleep Med*. 2017 May;33:191-192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.12.014>
5. Li J, You SJ, Xu YN, Yuan W, Shen Y, Huang JY, et al. Cognitive impairment and sleep disturbances after minor ischemic stroke. *Sleep Breath*. 2019 Jun;23(2):455-462. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-018-1709-4>
6. Aaronson JA, van Bennekom CA, Hofman WF, van Bezeij T, van den Aardweg JG, Groet E, Kylstra WA, Schmand B. Obstructive sleep apnea is related to impaired cognitive and functional status after stroke. *Sleep*. 2015 Sep 1;38(9):1431-1437. DOI: <https://doi.org/10.5665/sleep.4984>
7. Луцкий М.А., Земсков А.М., Разуваева В.В., Лушникова Ю.П., Карпова О.Ю. Окислительный стресс — индикатор метаболических нарушений в патогенезе мозгового инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2016;116(8-2):24-29. DOI: <https://doi.org/10.17116/jnevro20161168224-29>
8. Lutskaa MA, Zemskov AM, Razuvaeva VV, Lushnikova YuP, Karpova OYu. Oxidative stress as an indicator of metabolic disorders in the pathogenesis of cerebral stroke. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2016;116(8-2):24-29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17116/jnevro20161168224-29>
9. Korczowska-Lacka I, Slowikowski B, Piekut T, Hurla M, Banaszek N, Szymanowicz O, Jagodzinski PP, Kozubski W, Permoda-Pachuta A, Dorszewska J. Disorders of endogenous and exogenous antioxidants in neurological diseases. *Antioxidants (Basel)*. 2023 Sep 29;12(10):1811.

DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox12101811>

9. Tian Z, Sun H, Kang J, Mu Z, Liang J, Li M. Association between the circulating superoxide dismutase and obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2022 Apr;279(4):1663-1673.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-021-07064-1>

10. Pau MC, Mangoni AA, Zinellu E, Pintus G, Carru C, Fois AG, et al. Circulating superoxide dismutase concentrations in

obstructive sleep apnoea (OSA): a systematic review and meta-analysis. *Antioxidants (Basel).* 2021 Nov 4;10(11):1764.

DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10111764>

11. Zhang MS, Liang JH, Yang MJ, Ren YR, Cheng DH, Wu QH, et al. Low serum superoxide dismutase is associated with a high risk of cognitive impairment after mild acute ischemic stroke. *Front Aging Neurosci.* 2022 Feb 28;14:834114.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.834114>

Информация об авторе / Information about the author

Сереброва Екатерина Вячеславовна, к.м.н., доцент кафедры неврологии и нейрохирургии с курсами медицинской реабилитации, психиатрии, ФПКП, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5210-7593>
e-mail: serebrovaev@mail.ru

Ekaterina V. Serebrova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Neurology and Neurosurgery with the courses of Medical Rehabilitation, Psychiatry, Faculty of Advanced Training and Retraining, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5210-7593>

e-mail: serebrovaev@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Сереброва Екатерина Вячеславовна
e-mail: serebrovaev@mail.ru

Ekaterina V. Serebrova
e-mail: serebrovaev@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 11.11.2024

Поступила после рецензирования / Accepted 19.12.2024

Принята к публикации / Revised 20.02.2025