



<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-382-387>



Гипонатриемия у нейрохирургических пациентов

Бейлерли Озал Арзуман оглы — к.м.н., старший научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-6149-5460

О.А. Бейлерли^{1,}, А.А. Бухвостов²*

Бухвостов Александр Александрович — к.б.н., доцент, кафедра медицинских нанобиотехнологий МБФ, orcid.org/0000-0002-1488-6290

¹Центральная научно-исследовательская лаборатория, Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

²Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Россия, Москва

* **Контакты:** Бейлерли Озал Арзуман оглы, e-mail: obeyleerli@mail.ru

Аннотация

Гипонатриемия является частым и потенциально опасным нарушением электролитного баланса у нейрохирургических пациентов, особенно после черепно-мозговых травм (ЧМТ), субарахноидальных кровоизлияний (САК), опухолей мозга и хирургических вмешательств на гипофизе. В этой статье рассмотрены основные причины и патофизиология гипонатриемии, включая синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона (СНСАДГ), центральную надпочечниковую недостаточность и синдром церебральной потери соли (СЦПС). Представлены дифференциальные диагностические подходы для правильного определения причин гипонатриемии, а также терапевтические стратегии, включая инфузии гипертонического раствора натрия, заместительную терапию гидрокортизоном и применение антагонистов рецепторов вазопрессина. Описаны потенциальные осложнения при слишком быстрой коррекции уровня натрия, такие как осмотический демиелинизирующий синдром (ОДС). Статья подчеркивает важность точной диагностики и своевременного лечения для улучшения исходов пациентов и минимизации риска осложнений.

Ключевые слова: гипонатриемия, нейрохирургические пациенты, синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона, синдром церебральной потери соли, надпочечниковая недостаточность

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования: Бейлерли О.А., Бухвостов А.А. Гипонатриемия у нейрохирургических пациентов. Креативная хирургия и онкология. 2024;14(4):382–387. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-382-387>

Поступила в редакцию: 16.10.2024

Поступила после рецензирования и доработки: 19.11.2024

Принята к публикации: 20.11.2024

Hyponatremia in Neurosurgical Patients

Ozal A. Beylerli^{1*}, Alexander A. Bukhvostov²

¹Central Research Laboratory, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

*Correspondence to: Ozal A. Beylerli, e-mail: obeylerli@mail.ru

Ozal A. Beylerli — *Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-6149-5460*

Alexander A. Bukhvostov — *Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Department of Medical Nanobiotechnology, Faculty of Biomedical, orcid.org/0000-0002-1488-6290*

Abstract

Hyponatremia refers to a common and potentially dangerous electrolyte imbalance observed in neurosurgical patients, particularly following traumatic brain injuries, subarachnoid hemorrhages, brain tumors, and pituitary surgeries. The paper discusses primary causes and pathophysiology of hyponatremia, including the syndrome of inappropriate secretion of antidiuretic hormone, central adrenal insufficiency, and cerebral salt wasting syndrome. The paper presents differential diagnostic approaches for accurately identifying the underlying causes of hyponatremia, as well as therapeutic strategies that include hypertonic sodium solution infusions, hydrocortisone replacement therapy, and the use of vasopressin receptor antagonists. The study delineates the potential complications associated with overly rapid correction of sodium levels, such as osmotic demyelination syndrome. It emphasizes the importance of accurate diagnosis and timely treatment to enhance patient outcomes and minimize the risk of complications.

Keywords: hyponatremia, neurosurgical patients, syndrome of inappropriate secretion of antidiuretic hormone, cerebral salt wasting syndrome, adrenal insufficiency

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Sponsorship data. This work is not funded.

Author contributions. The authors contributed equally to this article.

For citation: Beylerli O.A., Bukhvostov A.A. Hyponatremia in neurosurgical patients. *Creative Surgery and Oncology*. 2024;14(4):382–387. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2024-14-4-382-387>

Received: 16.10.2024

Revised: 19.11.2024

Accepted: 20.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Гипонатриемия, определяемая как снижение уровня натрия в сыворотке крови ниже 135 ммоль/л, является одним из наиболее распространенных и значимых электролитных нарушений в клинической практике. Это состояние особенно часто встречается у нейрохирургических пациентов, подвергшихся травмам головы, операциям на головном мозге, а также у пациентов с субарахноидальными кровоизлияниями (САК) и опухолями головного мозга. Гипонатриемия может приводить к серьезным неврологическим последствиям, таким как церебральный отек, судороги, кома и даже смерть, если она не диагностируется и не лечится своевременно. Патофизиологические механизмы, лежащие в основе гипонатриемии у нейрохирургических пациентов, могут быть разнообразными и часто связаны с нарушением водного обмена. Основные причины включают синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона (СНСАДГ), синдром церебральной потери соли (СЦПС), центральную надпочечниковую

недостаточность и другие. Каждая из этих патологий требует специфического подхода к диагностике и лечению.

Лечение гипонатриемии варьируется в зависимости от тяжести симптомов и причин нарушения. Важно учитывать как общее состояние пациента, так и возможность осложнений при неправильной коррекции уровня натрия, таких как осмотический демиелинизирующий синдром (ОДС). Современные методы лечения включают использование гипертонического раствора натрия, антагонистов рецепторов вазопрессина и заместительную гормональную терапию. Введение четких диагностических и терапевтических алгоритмов позволяет улучшить исходы лечения у нейрохирургических пациентов и минимизировать риск необратимых осложнений.

Таким образом, диагностика и лечение гипонатриемии у нейрохирургических пациентов является сложной, но жизненно важной задачей, требующей мультидисциплинарного подхода (рис. 1).

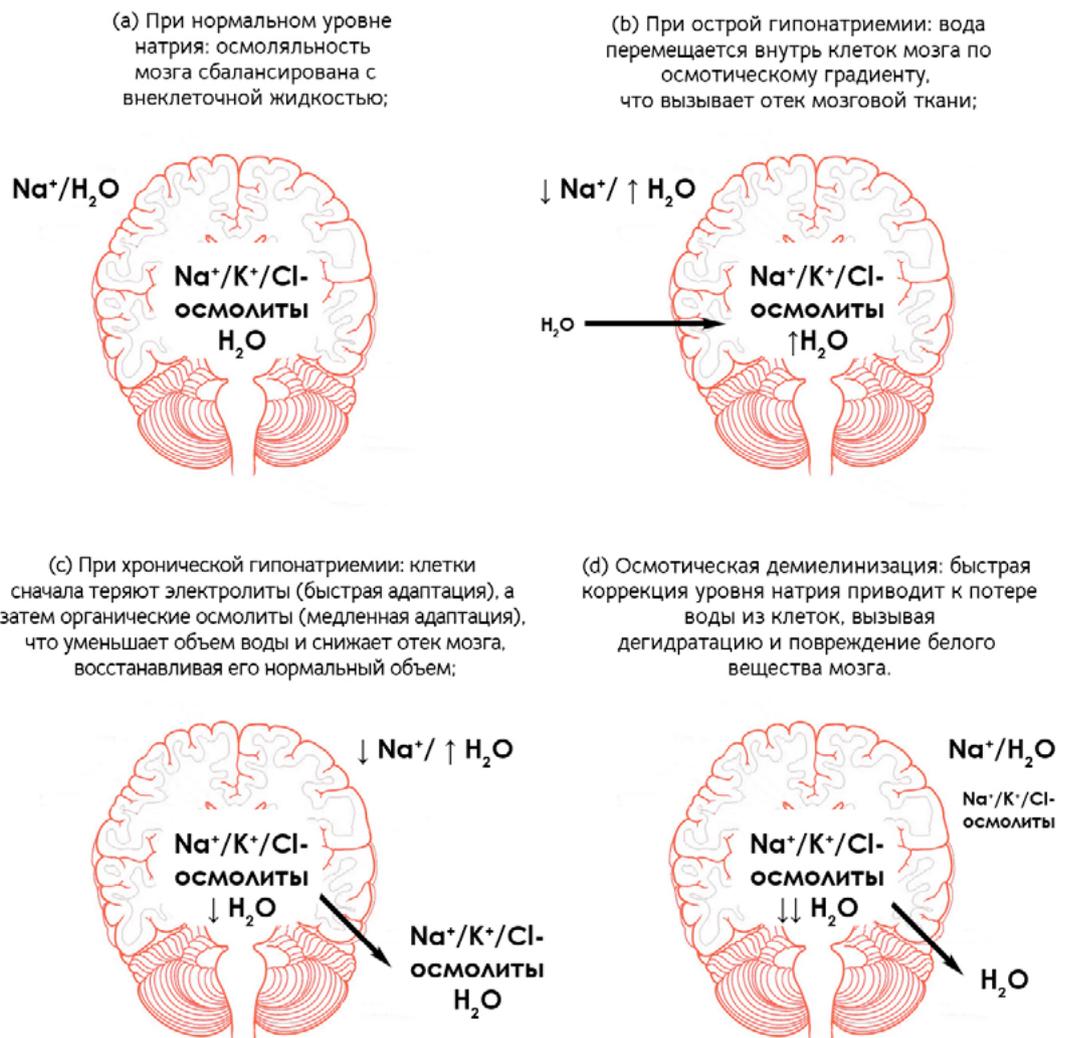


Рисунок 1. Воздействие гипонатриемии на мозг и компенсаторные механизмы
Figure 1. Impact of hyponatremia on the brain and compensatory mechanisms

Гипонатриемия у нейрохирургических пациентов: распространенность и значимость

Гипонатриемия является наиболее частым нарушением электролитного баланса у нейрохирургических пациентов, особенно при ЧМТ и САК. Согласно исследованиям, гипонатриемия возникает у 15–20% пациентов с ЧМТ средней и тяжелой степени, а у пациентов с САК этот показатель достигает 50% [1]. Кроме того, у 10–20% пациентов с опухолями мозга, внутричерепными гематомами и после хирургических вмешательств на гипофизе также развивается гипонатриемия [2].

Патофизиология гипонатриемии у нейрохирургических пациентов

Гипонатриемия у нейрохирургических пациентов часто развивается из-за следующих факторов.

Отек мозга, связанный с осмотическим перемещением воды из гипотонической плазмы в относительно гипертоничные ткани мозга. Это может привести к серьезным осложнениям, таким как судороги, некардиогенный отек легких и транстенториальная грыжа мозга [3]. Синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона — это одна из самых частых причин гипонатриемии. СНСАДГ вызывает избыточную секрецию антидиуретического гормона, что приводит к задержке воды и снижению концентрации натрия в крови [4].

Центральная надпочечниковая недостаточность — это состояние может возникнуть у пациентов с ЧМТ или САК и связано с нарушением функции надпочечников, что приводит к дефициту кортизола и, как следствие, гипонатриемии [5].

Синдром церебральной потери соли — редкое состояние, которое характеризуется значительной потерей натрия через мочу и сопровождается гиповолемией (табл. 1) [6].

Дифференциальная диагностика гипонатриемии

Диагностика гипонатриемии в нейрохирургии представляет собой сложную задачу, так как разные патологии могут вызывать сходные клинические проявления. Дифференцировать СНСАДГ от СЦПС необходимо для правильного выбора терапии, так как они требуют различных подходов к лечению. СНСАДГ часто сопро-

вождается евоволюемией (нормальный объем жидкости), тогда как при СЦПС наблюдается гиповолемия (снижение объема жидкости) с выраженной натрийурезией (выделением натрия с мочой). Центральное венозное давление (ЦВД) может быть полезным диагностическим инструментом для оценки объема циркулирующей жидкости [7]. Для правильной диагностики также важно учитывать уровни кортизола, мочевой натрий и осмолярность плазмы. Например, при СНСАДГ моча гиперосмолярная, в то время как плазма гипоосмолярная [8].

Лечение острой гипонатриемии

Гипонатриемия, которая развивается быстро (менее чем за 48 часов), требует срочного лечения из-за высокого риска развития церебрального отека и других осложнений. Основное лечение острой гипонатриемии — это инфузии гипертонического раствора натрия (3%) [9]. Цель терапии заключается в поднятии уровня натрия на 4–6 ммоль/л в течение первых четырех часов для уменьшения внутричерепного давления и предотвращения таких опасных состояний, как транстенториальная грыжа мозга [10]. Важно также следить за скоростью коррекции уровня натрия, так как слишком быстрое повышение может привести к ОДС — опасному состоянию, которое вызывает повреждение миелиновых оболочек нервных волокон [11].

Лечение гипонатриемии, вызванной центральной надпочечниковой недостаточностью

При центральной надпочечниковой недостаточности, вызванной повреждением гипофиза или черепно-мозговой травмой, необходимо применять заместительную терапию гидрокортизоном. Это позволяет быстро восстановить уровень натрия в крови и улучшить общее состояние пациента [5]. Гидрокортизон эффективно восстанавливает как клинические, так и биохимические показатели при гипонатриемии, вызванной надпочечниковой недостаточностью [6].

Терапия СНСАГ: современные подходы

Традиционное лечение СНСАДГ включает инфузии гипертонического раствора натрия и ограничение жидкости. Однако ограничение жидкости не рекомен-

Тип гипонатриемии	Клинические признаки	Объем жидкости (ЦВД)	Уровень кортизола	Уровень натрия в моче	Уровень осмолярности плазмы	Уровень осмолярности мочи	Другие диагностические тесты
Евоволюемическая	Отсутствие отеков, нормальное ЦВД	Норма	В норме	>40 ммоль/л	Гипоосмолярная	>100 мОсм/кг	Исключение других причин
Гиповолемическая	Тахикардия, гипотензия, сниженное ЦВД	Снижено	<300 нмоль/л	Повышенный	Гипоосмолярная	Гиперосмолярная	Объем плазмы снижен
Гиперволюемическая	Отек конечностей, повышенное ЦВД	Повышено	В норме	<40 ммоль/л	Гипоосмолярная	Гипоосмолярная	Часто связано с почечной патологией

Таблица 1. Клинические подсказки для точной диагностики гипонатриемии у нейрохирургических пациентов
Table 1. Clinical cues for accurate diagnosis of hyponatremia in neurosurgical patients

Причина	Клинические признаки	Диагностические критерии	Лечение	Осложнения
Синдром неадекватной секреции АДГ	Евоолемия, гипонатриемия, высокая осмолярность мочи	Повышенная секреция АДГ	Ограничение жидкости, антагонисты вазопрессина (толваптан)	Риск чрезмерного лечения, ОДС
Центральная надпочечниковая недостаточность	Гиповолемия, гипонатриемия, низкий уровень кортизола	Уровень кортизола <300 нмоль/л	Заместительная терапия гидрокортизоном	Возможен отек мозга
Синдром церебральной потери соли	Гиповолемия, полиурия, потеря натрия с мочой	Уровень натрия в моче >40 ммоль/л	Инфузия физиологического раствора, восполнение натрия	Снижение объема циркулирующей крови
Диуретическая терапия	Гипонатриемия, полиурия, отсутствие других причин гипонатриемии	Диуретики в анамнезе	Прекращение диуретической терапии, восстановление объема жидкости	Гипонатриемия может быстро ухудшить состояние
Избыточное введение жидкости	Отек, нормальное или повышенное ЦВД, гипонатриемия	Избыточное введение жидкости, гипоосмолярная плазма	Ограничение жидкости, инфузия гипертонического раствора	Увеличение риска церебрального отека

Таблица 2. Основные причины гипонатриемии у нейрохирургических пациентов и соответствующее лечение
Table 2. Key causes of hyponatremia in neurosurgical patients and corresponding treatment strategies

дуются при САК из-за риска вазоспазмов и гипотонии [7]. Антагонисты рецепторов вазопрессина — это новый и перспективный класс препаратов для лечения СНСАДГ. Антагонисты V2 рецепторов, такие как толваптан, блокируют действие вазопрессина, уменьшая задержку воды и повышая уровень натрия. Однако данные о применении этих препаратов у нейрохирургических пациентов ограничены [8]. Применение мочевины: в ряде исследований было показано, что мочевина может быть эффективным средством для лечения СНСАДГ, нормализуя уровень натрия. Однако необходимы дополнительные исследования, чтобы оценить ее эффективность у нейрохирургических пациентов [9].

Лечение СЦПС

СЦПС требует интенсивной инфузионной терапии физиологическим раствором и коррекции потерь натрия. Важно своевременно отличать СЦПС от СНСАДГ, так как в случае СЦПС необходимо восстановление объема жидкости, а не ограничение жидкости [6].

Особенности и сложности терапии гипонатриемии

Одна из главных проблем в лечении гипонатриемии — это контроль скорости повышения уровня натрия. Слишком быстрая коррекция может вызвать осмотический ДС. Поэтому рекомендуется коррекция не более 8 ммоль/л за 24 часа, особенно у пациентов с хронической гипонатриемией [10]. В случаях подозрения на ДС рекомендуется применение дезмопрессина и гипотонических растворов для замедления коррекции натрия [9].

Прогноз и перспективы лечения

Точная и своевременная диагностика гипонатриемии критически важна для предотвращения осложнений и ускорения восстановления нейрохирургических пациентов. Неправильная диагностика или задержка в лечении может привести к увеличению продолжительности госпитализации и повышению риска необратимых повреждений мозга (табл. 2) [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гипонатриемия представляет собой серьезное и часто встречающееся осложнение у нейрохирургических пациентов, которое может значительно ухудшить клинические исходы. Основные причины, такие как СНСАДГ, центральная надпочечниковая недостаточность и СЦПС, требуют дифференцированной диагностики и подходов к лечению. Основные методы лечения включают инфузии гипертонического раствора натрия, гормональную терапию и современные препараты, такие как антагонисты вазопрессина рецепторов. Особое внимание следует уделять контролю скорости коррекции уровня натрия, чтобы избежать таких осложнений, как осмотический демиелинизирующий синдром. Важным аспектом является своевременная диагностика и грамотная терапия, что позволяет снизить риск осложнений и повысить шансы на успешное выздоровление. Дальнейшие исследования в этой области необходимы для уточнения оптимальных методов лечения и подтверждения эффективности новых терапевтических стратегий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Hannon M.J., Crowley R.K., Behan L.A., O'Sullivan E.P., O'Brien M.M., Sherlock M., et al. Acute glucocorticoid deficiency and diabetes insipidus are common after acute traumatic brain injury and predict mortality. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(8):3229–37. DOI: 10.1210/jc.2013-1555
- Hannon M.J., Finucane F.M., Sherlock M., Agha A., Thompson C.J. Clinical review: Disorders of water homeostasis in neurosurgical patients. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(5):1423–33. DOI: 10.1210/jc.2011-3201
- Sherlock M., O'Sullivan E., Agha A., Behan L.A., Rawluk D., Brennan P., et al. The incidence and pathophysiology of hyponatraemia after subarachnoid haemorrhage. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2006;64(3):250–4. DOI: 10.1111/j.1365-2265.2006.02432.x
- Hannon M.J., Behan L.A., O'Brien M.M., Tormey W., Ball S.G., Javadi-pour M., et al. Hyponatremia following mild/moderate subarachnoid hemorrhage is due to SIAD and glucocorticoid deficiency and not cerebral salt wasting. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99(1):291–8. DOI: 10.1210/jc.2013-3032. Erratum in: *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99(3):1096.
- Hannon M.J., Thompson C.J. Hyponatremia in neurosurgical patients. *Front Horm Res.* 2019;52:143–60. DOI: 10.1159/000493244
- Azakami K., Miyazaki M. A case of cerebral salt wasting syndrome caused by minor head injury. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi.* 2019;56(1):67–73. DOI: 10.3143/geriatrics.56.67

- 7 Poch E., Molina A., Piñeiro G. Syndrome of inappropriate antidiuretic hormone secretion. *Med Clin (Barc)*. 2022;159(3):139–46. DOI: 10.1016/j.medcli.2022.02.015
- 8 Sterns R.H., Rondon-Berrios H., Adrogué H.J., Berl T., Burst V., Cohen D.M., et al. Treatment guidelines for hyponatremia: stay the course. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2024;19(1):129–35. DOI: 10.2215/CJN.0000000000000244
- 9 Seifter J.L. Body fluid compartments, cell membrane ion transport, electrolyte concentrations, and acid-base balance. *Semin Nephrol*. 2019;39(4):368–79. DOI: 10.1016/j.semnephrol.2019.04.006
- 10 Spasovski G. Hyponatraemia-treatment standard 2024. *Nephrol Dial Transplant*. 2024;39(10):1583–92. DOI: 10.1093/ndt/gfae162
- 11 Hoorn E.J., Lindemans J., Zietse R. Development of severe hyponatraemia in hospitalized patients: treatment-related risk factors and inadequate management. *Nephrol Dial Transplant*. 2006;21(1):70–6. DOI: 10.1093/ndt/gfi082