

Summary. *The article presents the findings of study 30 patients with gunshot injury of the lower extremities, which were operated metal osteosynthesis using spinal anesthesia without sedation; spinoepidural anesthesia with sedation and the introduction of fentanyl; total intravenous anesthesia. The study showed that KSEA is the safest and best method of regional anesthesia in patients with injuries of the lower extremities.*

Keywords: *gunshot injury of the lower extremities, intravenous anesthesia, combined spinal-epidural anesthesia, spinal anesthesia.*

УДК 617.51

ВПЛИВ ВОЛЕМІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ЗБАЛАНСОВАНИМ КРИСТАЛОЇДНИМ РОЗЧИНОМ НА ДИНАМІКУ НАБРЯКУ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ПОСТТРАВМАТИЧНИХ З ТЯЖКОЮ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЮ ТРАВМОЮ

О.Г. Крамарева, Л.В. Згржебловська, І.Р. Малиш

*Національна академія післядипломної освіти імені П.Л.Шупика
Київська міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги*

Резюме. *Актуальність теми: Волемічна підтримка та корекція набряку мозку, що невід'ємно супроводжує травматичні пошкодження його речовини є одними з основних складових інтенсивної терапії постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою. З метою забезпечення гіперосмолярного стану крові та забезпечення корекції набряку головного мозку найчастіше застосовуваним та безпечним з точки зору розвитку ускладнень є розчин гіпертонічного натрію, а з метою поповнення рідини розчину ізотонічного натрію хлориду. Однак використання для волемічної підтримки розчину, що не містить органічних аніонів безперечно призведе до виникнення дилуційного ацидозу, а надмірний вміст натрію та хлору у інфузаті призведе до значних коливань натрію плазми крові та осмолярності. Зазначені вище ускладнення волемічної підтримки фізіологічним розчином в свою чергу негативно позначаються на динаміці набряку головного мозку, оскільки не дозволяють забезпечити «осмолярно безпечну терапію».*

Мета дослідження: оптимізувати методику проведення волемічної підтримки у постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою з метою забезпечення проведення “осмолярно безпечної” терапії та більш ефективної боротьби з набряком головного мозку.

Матеріали та методи: Обстежено 90 постраждалих з тяжкою ЧМТ, у віці від 18 до 65 років, з рівнем свідомості 5-11 балів за шкалою ком

Глазго (ШКГ) через 12 годин після проведення первинної ресусцитації та тяжкістю стану за шкалою APACHE II - $21 \pm 2,7$ балів, що були поділені на дві групи: контрольну та основну. Постраждалим у групі контролю волемічна підтримка проводилась розчином NaCl 0,9% , за загальноприйнятою методикою. У групі дослідження волемічна підтримка проводилась збалансованим кристалоїдним розчином. Корекція набряку мозку в обох групах проводилась розчином натрію хлориду 5% у дозі 3- 12 мл/кг/ добу. В обох групах проводилась СКТ головного мозку із визначенням щільності білої та сірої речовини головного мозку в одиницях Хаунсфілда в динаміці.

Результати: Відзначена ефективність застосування гіпертонічного розчину хлориду натрію з метою корекції набряку мозку. За даними нашого дослідження у постраждалих, волемічна підтримка яким здійснювалась збалансованим кристалоїдним розчином спостерігався більш виражений ефект осмолярної терапії, що проявилось у більшій кількості випадків повного регресу набряку мозкової речовини, ніж у постраждалих, що отримували для волемічної підтримки фізіологічний розчин.

Висновки: Встановлено, що застосування для волемічної підтримки збалансованого кристалоїдного розчину дозволяє покращити результати боротьби з набряком головного мозку.

Ключові слова: *черепно-мозкова травма, волемічна підтримка, набряк головного мозку, осмолярність плазми крові, збалансований кристалоїдний розчин.*

Введення. Інфузійна терапія являє собою невід'ємну частину інтенсивної терапії постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою, вирішуючи такі важливі питання як поповнення дефіциту ОЦК в першу добу лікування, тим самим забезпечуючи гемодинамічну стабільність і як результат, адекватну перфузію пошкодженого мозку, що вкрай важливо для уникнення вторинних ішемічних пошкоджень [1]. При проведенні подальшої інтенсивної терапії у данної категорії хворих волемічна підтримка необхідна для компенсації втрат рідини, що виникають в процесі лікування [2]. На данному етапі, для лікування постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою загальноприйнято застосування ізосмолярних кристалоїдних розчинів для волемічної підтримки та гіперосмолярних для корекції набряку головного мозку [4]. Найбільш широко застосовується на даний час, як базовий розчин, для проведення волемічної підтримки у постраждалих з тяжкою ЧМТ, розчин натрію хлориду 0,9% [12].

Набряк мозку, що означає збільшення вмісту рідини в головному мозку, є наслідком первинної травми, пошкодження головного мозку. Набряк мозку

зазвичай розділяють на 3 головні підтипи: цитотоксичний, вазогенний та інтерстиційний [7, 9]. З урахуванням того, що набряк мозку пов'язаний із складними патофізіологічними та молекулярними механізмами, дана класифікація є доволі спрощеною. Більшість видів ушкоджень мозку викликають комбінацію названих базових підтипів набряку, але залежно від виду та тривалості ушкодження один із них може домінувати. Цитотоксичний набряк є результатом набухання клітинних елементів (нейронів, глії та ендотеліальних клітин). Цитотоксичний набряк поширюється на білу та сіру речовину головного мозку. Цей підтип набряку вважається нечутливим до медикаментозного впливу. Вазогенний набряк, що спричиняється руйнуванням гематоенцефалічного бар'єра через підвищену проникність судин, у першу чергу впливає на білу речовину. Цей підтип набряку є чутливим до осмотерапії. Іншими причинами вазогенного набряку є тканинна гіпоксія та водна інтоксикація, що також чутливі до осмотерапії [5]. Інтерстиційний набряк, що є наслідком погіршеної резорбції спинномозкової рідини, призводить до збільшення трансепендимального току спинномозкової рідини, що, у свою чергу, викликає гідроцефалію. Цей підтип набряку неоднозначно реагує на осмотерапію. [12]. Більшість випадків ушкодження мозку, що призводять до підвищеного внутрішньочерепного тиску, починаються з фокального набряку мозку. Згідно з доктриною Монро — Келлі, наслідки локального (з підвищенням внутрішньочерепного тиску чи без нього) чи дифузного набряку включають ішемію головного мозку через порушення місцевого чи загального церебрального кровотоку та зміщення структур мозку через перепади внутрішньочерепного тиску, що призводять до стиснення життєво важливих центрів мозку (внаслідок виникнення дислокаційних синдромів). Фундаментальною метою осмотерапії є створення осмотичного градієнта, що сприяв би виходу води з позаклітинного (та, можливо, внутрішньоклітинного) сектора мозку до судинного русла та, відповідно, зменшенню внутрішньочерепного вмісту та покращенню еластичності та піддатливості внутрішньочерепного вмісту. Оскільки сечовина вільно дифундує міжклітинними мембранами, саме Na^+ сироватки та глюкоза плазми є основними молекулами, що беруть участь у зміні осмолярності сироватки крові [7, 8]. Метою застосування осмотерапії для лікування набряку мозку, пов'язаного з його ушкодженням, є підтримання нормоволемічного чи незначно гіперволемічного стану [5, 7]. Одним із базових принципів має бути запобігання гіпоосмолярному стану пацієнтів із тяжким ушкодженням мозку [8, 9]. Отже з метою забезпечення гіперосмолярного стану крові та забезпечення корекції набряку головного мозку найчастіше застосовуваним та безпечним з точки зору розвитку ускладнень є розчин гіпертонічного натрію. Однак використання для

волемічної підтримки розчину, що не містить органічних аніонів безперечно призведе до виникнення дилуційного ацидозу, а надмірний вміст натрію та хлору у інфузаті призводить до значних коливань натрію плазми крові та осмолярності. Зазначені вище ускладнення волемічної підтримки фізіологічним розчином в свою чергу негативно позначаються на динаміці набряку головного мозку, оскільки не дозволяють забезпечити «осмолярно безпечну терапію».

Тому, на нашу думку, виникає необхідність в застосуванні кристалоїдного розчину збалансованого за вмістом електролітів та органічних аніонів, який би з одного боку, не призводив до поглиблення метаболічного ацидозу, виникнення хлоремічного ацидозу а з іншого, дозволяв утримувати гіперосмолярний стан плазми крові в стабільних значеннях, без значних коливань та значень небезпечних для функції інших систем та органів.

Матеріали та методи. Обстежено 90 постраждалих з тяжкою ЧМТ, у віці від 17 до 65 років, з рівнем свідомості 5-11 балів за шкалою ком Глазго (ШКГ) через 12 годин після проведення первинної ресусцитації та тяжкістю стану за шкалою APACHE II - $21 \pm 2,7$ балів, що були поділені на дві групи. У постраждалих обох груп проводилась ШВЛ, аналогоседація, інфузійна терапія. Середній артеріальний тиск підтримувався на рівні вище 90 мм рт.ст. впродовж всього періоду інтенсивної терапії.

Постраждалим у групі контролю (45 хворих) проводилась волемічна підтримка розчином натрію хлориду 0,9% по загальноприйнятій методиці в середній дозі 47,0 (14,0-138,9) мл/кг/добу в залежності від темпу діурезу, вираженості гіпертермічного синдрому, втрат по орогастральному зонду, наявності діареї, втрат на перспірацію та під контролем центрального венозного тиску. Цільовим рівнем центрального венозного тиску у постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою було 120 мм водного стовпа. При досягненні цільового рівня ЦВД, та неможливості утримання середнього артеріального тиску на рівні 90 мм рт.ст хворим вводився норадреналін у дозі 0,05 – 3 мкг/кг/хв. При збереженні у пацієнта гіпотензії, рівня венозної сатурації нижче 65% та серцевого індексу менше 3,5 л/хв/м² вводився добутамін в дозах 1 – 20 мкг/кг/хв. Трансфузію еритроцитарної маси проводили при рівні Hb < 70 г/л; трансфузію плазми - при наявності клінічних ознак коагулопатії та рівні АЧТЧ більше 45 секунд, протромбінового часу більше 25 секунд, фібриногену менше 2 г/л.

Постраждалим у основній групі (45 хворих) волемічна підтримка проводилась збалансованим кристалоїдним розчином у дозі 53,7(12,1-116,7) мл/кг/добу, схема трансфузійної терапії, адреноміметичної та інотропної корекції з метою підтримання необхідного рівня САТ були аналогічними таким

у групі контролю. Корекція набряку мозку в обох групах проводилась розчином натрію хлориду 5% у дозі 3- 12 мл/кг/ добу.

В обох групах впродовж лікування в умовах відділення інтенсивної терапії постраждалим здійснювалась комп'ютерна томографія (КТ) головного мозку при поступленні у стаціонар та в строки визначені клінічною ситуацією. КТ виконувалося на томографі LightSpeed VCT з товщиною зрізу 0,38 см. Кількісний аналіз результатів КТ із метою визначення величини оптичної щільності білої та сірої речовини головного мозку виконувався із використанням комп'ютерних програм «PIXOM» та «Махаон PACS 2.9», що дозволило визначити процент опромінення, поглинутий певною ділянкою мозкової тканини, що виражався у КТ-одинацях (одиниця Hounsfield (HU)) [57]. І таким чином підрахувати щільність білої та сірої речовини головного мозку, а відповідно і вираженість набряку головного мозку в динаміці. Строки виконання контрольної СКТ були приблизно однаковими в обох групах.

Результати та їх обговорення. Введення гіперосмолярних розчинів призводить до дегідратації головного мозку за рахунок створення гіперосмолярності плазми і переміщення води в судинне русло [3, 4, 13]. Болюсне введення гіпертонічного розчину натрію хлориду є найбільш ефективним та безпечним методом боротьби з набряком головного мозку та підвищеним ВЧТ. На відміну від манітолу розчин гіпертонічного натрію не викликає ефекту віддачі (reboundeffect), який пов'язують з накопиченням манітолу в речовині головного мозку, особливо на тлі постійного введення розчину [8] та асоційованого із введенням манітолу апоптозу та активації медіаторів запалення. Також до позитивних ефектів гіпертонічних розчинів хлориду натрію відносять відновлення мембранного потенціалу нейронів, підтримку цілісності гематоенцефалічного бар'єру, а також модуляцію запальної відповіді шляхом зменшення адгезії лейкоцитів до ендотелію [3, 4].

Але на тлі корекції внутрішньочерепної гіпертензії гіпертонічним розчином натрію хлориду, застосування для волемічної підтримки ізотонічного розчину хлориду натрію стає небезпечним з точки зору неможливості забезпечення «осмолярно безпечної терапії», розвитку хлоремічного та дилуційного ацидозу, а отже і погіршує результати осмотерапії набряку головного мозку. Ефективною альтернативою, загальноприйнятій методиці волемічної підтримки у постраждалих з тяжкою ЧМТ є застосування кристалоїдного розчину збалансованого за вмістом основних катіонів та аніонів та такого, що включав би у свій склад носії резервної лужності.

Гостра черепно-мозкова травма при КТ, окрім наявних вогнищ пошкодження речовини головного мозку, виявляється загальним або локальним зниженням щільності мозкової речовини внаслідок набряку головного мозку [7]. Щільність мозку в зоні набряку становить 18 – 29 HU

(одиниці Хаунсфілда) (нормальна щільність мозку 29- 36 NU для білої та 33-35 NU для сірої речовини).

Як показало наше дослідження, результати якого наведені у таблиці 1, в обох групах постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою за даними первинної комп'ютерної томографії мав місце набряк головного, при проведенні контрольної КТ ми спостерігаємо кращий регрес набряку білої речовини головного мозку в порівнянні з сірою в обох групах. Однак у основній групі ці результати значно кращі проти контрольної. На контрольній КТ головного мозку у основній групі спостерігався регрес набряку білої речовини у 95,6% постраждалих, щона 44,5% перевищило показник контрольної групи.

В обох група регрес набряку сірої речовини головного мозку був значно менш вираженим в порівнянні з білою. Але у групі збалансованого кристалоїдного розчину ми спостерігали регрес набряку сірої речовини головного мозку більш ніж у половини постраждалих, що перевищувало цей показник у групі фізіологічного розчину на 37,8%.

Таблиця 1

Кількість випадків повного регресу набряку мозкової речовини за даними контрольної КТ

Група	Кількість постраждалих, що за даними контрольної КТ мали щільність мозкової рідини в межах референтних значень (%)	
	Біла речовина ГМ	Сіра речовина ГМ
Контрольна (n=45)	51,1±7,5	17,8±5,7
Основна (n=45)	95,6±3,1	55,6±6,7
p	<0,001	<0,001

В обох група регрес набряку сірої речовини головного мозку був значно менш вираженим в порівнянні з білою. Але у групі збалансованого кристалоїдного розчину ми спостерігали регрес набряку сірої речовини головного мозку більш ніж у половини постраждалих, що перевищувало цей показник у групі фізіологічного розчину на 37,8%.

Постраждали з тяжкою ЧМТ потребують корекції набряку мозку, що виникає у відповідь на травматичне пошкодження його речовини. Набряк мозку являє собою універсальну неспецифічну реакцію організму на дію різних патогенних факторів і є неминучим супутником критичних станів, а іноді й основною причиною смерті постраждалих. Як відомо, у підтриманні градієнта осмотичного тиску між кров'ю і мозком беруть участь натрій і

глюкоза. Саме тому втрати натрію повинні бути компенсовані. Останні експерименти на тваринах показали, що загальноосмоляльність плазми є основним чинником, що визначає, наскільки вірогідний набряк мозку у конкретного хворого. При зниженні осмоляльності плазми набряк мозку розвивається навіть в нормальних умовах. Отже підтримання терапевтичної гіперосмолярності плазми крові являє собою чи не найважливіший компонент консервативної терапії травматичного пошкодження мозку. Потрібно звернути увагу на те, що навіть невеликі зміни осмоляльності можуть викликати дуже серйозні зміни, тому що градієнт в 5 мосмоль/кг еквівалентний силі переміщення води, що дорівнює 100 мм рт. ст. Колоїдно-активні молекули забезпечують лише крихітну частину загальної осмоляльності і відповідальні за зовсім невелику рушійну силу. Це можна порівняти з силою, яка може бути викликана зміною осмотичного градієнта в 1 мосмоль/кг на кордоні капіляр/тканина. Таким чином можна передбачити, що зміни колоїдно-осмотичного тиску надаватиме незначний вплив на накопичення води мозком.

Однак введення високих доз гіпертонічного натрію, призводить до суттєвих порушень електролітного стану крові. Висловлюється думка, що якісні характеристики інфузійного осередника є визначальними в реалізації так званих «ефектів, не пов'язаних з волемічним статусом розчину». Саме тому особливо важливо попередити електролітні порушення, що виникають як ускладнення гіперосмолярної терапії.

Виходячи з нашого дослідження найбільш ефективною схемою інфузійної терапії у постраждалих з тяжкою черепно-мозковою травмою є застосування для корекції набряку мозкової тканини гіпертонічного розчину натрію хлориду, а як основного інфузату для волемічної підтримки кристалоїдного розчину збалансованого за вмістом основних іонів, та такого, що містив би носії резервної лужності.

Висновки

1. Встановлено, що при застосуванні для корекції набряку мозкової речовини у постраждалих з тяжкою ЧМТ розчину гіпертонічного натрію відзначається значний ефект осмотерапії, що відображається у значному збільшенні рентгенологічної щільності мозкової рідини до референтних значень.

2. В дослідженні показаний більш виражений ефект осмотерапії при купуванні набряку білої речовини головного мозку та менш виражений проти набряковий ефект у ділянках сірої речовини ГМ.

3. Встановлено, що застосування як основного інфузату для волемічної підтримки кристалоїдного розчину збалансованого за вмістом основних іонів, та такого, що містив би носії резервної лужності, на відміну від фізіологічного

розчину є ефективним заходом забезпечення «осмолярно безпечної терапії», запобігання розвитку хлоремічного та ділюційногоацидозу, що дозволяє в значній мірі підвищити результативність осмотерапії, а отже і більш ефективно купувати набряк головного мозку.

Список використаної літератури

1. Bentsen G., Breivik H., Lundar T. // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2004. – Vol. 48, N 9. – P. 732-747.
2. Bentsen G., Breivik H., Lundar T. // *Crit. Care Med.* – 2006. – Vol. 34, N 12. – P. 2912-2917.
3. Harutjunyan L., Holz C., Rieger A. // *Crit. Care.* – 2005. – Vol. 9. – P. R530-R540.
4. Segal J. B., Blasco-Colmenares E., Norris E. J. et al // *Transfusion.* – 2004. – Vol. 44 – P. 632-644.
5. Stummer W. // *Neurosurg. Focus.* – 2007. – Vol. 22, N 5. – P. E8.
6. Wallis J. P., Wells A. W., Matthews J. N. et al. // *Transfusion.* – 2004. – Vol. 44, N7. – P. 1025-1032.
7. Zander R, Adams HA, Boldt J, Hiesmayr MJ, Meier-Hellmann A, Spahn DR, Standl Th: Forderungen und Erwartungen an einen optimalen Volumenersatz. // *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* – 2005. – Vol. 40
8. Lang W, Zander R: Prediction of dilutional acidosis based on the revised classical dilution concept for bicarbonate. // *J Appl Physiol*-2005. -Vol.98. – P. 62-71
9. CBattison, PJD Andrews, CGraham // *Critical care journals.* – 2005
10. Mehta D., Malik A.B. Signaling mechanisms regulating endothelial permeability // *Physiological Reviews* – 2006. – Vol. 86. – P. 279-367.
11. Беляєв А.В. Синдром капілярної витoku // *Мистецтво лікування.* - 2005. - № 24. - С. 92-101.
12. Потапов А.А., Крылов В.В., Лихтерман Л.Б. и др. Современные рекомендации по диагностике и лечению тяжелой черепно-мозговой травмы // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* – 2006. – № 1. – С. 3-8.
13. Царенко С.В. Современные подходы к интенсивной терапии тяжелой черепно-мозговой травмы // *Анестезиология и реаниматология.* – 2003. – № 2. – С. 45-49.
14. Царенко С.В., Крылов В.В., Тюрин Д.Н. и др. Коррекция артериальной гипертензии в практике интенсивной терапии у больных с черепно-мозговой травмой и сосудистыми заболеваниями головного мозга // *Медицина неотложных состояний.* – 2007. – №3 (10). – С. 71-74.