

УДК 616–005.1–085+616.831–001.45

Г.П. Хитрий, Ю.Д. Ухач

# Інфузійно-трансфузійна терапія в постраждалих із проникаючими пораненнями голови під час підготовки до аеромедичної евакуації

Українська військово-медична академія, м. Київ

Paediatric Surgery(Ukraine).2023.1(78):25–29; doi 10.15574/PS.2023.78.25

**For citation:** Khytryi GP, Ukhach YuD. (2023). Infusion and transfusion therapy for victims with penetrating head wounds in preparation for aeromedical evacuation. Paediatric Surgery (Ukraine). 1(78): 25–29. doi: 10.15574/PS.2023.78.25.

**Мета** – оцінити ефективність та об'єм інфузійно-трансфузійної терапії в поранених із проникаючими пораненнями голови на етапі стабілізації та підготовки до аеромедичної евакуації.

**Матеріали та методи.** Проведено ретроспективний аналіз медичної документації 122 військовослужбовців, які отримали поранення під час виконання бойових завдань. До 1-ї групи увійшли 52 військовослужбовці з мінно-вибуховими торакоабдомінальними пораненнями; до 2-ї групи – 40 військовослужбовців із проникаючими пораненнями голови; до 3-ї групи – 30 військовослужбовців із поєднаними проникаючими пораненнями голови та мінно-вибуховими торакоабдомінальними пораненнями. У дослідженні відображено медіану і міжквартильний інтервал значень досліджуваних показників. Для аналізу даних використано критерій Краскела–Уолліса, апостеріорні порівняння проведено за критерієм Данна.

**Результати.** Загальний об'єм гемотрансфузії в постраждалих 1-ї групи становив 1525 (445–2325) мл, у 2-й групі – 0 (0–0) мл, у 3-й групі – 1150 (0–1800) мл. Об'єм інфузійної терапії на етапі стабілізації в 1-й групі становив 3150 (2450–4200) мл, у 2-й групі – 1200 (800–1400) мл, у 3-й групі – 1400 (880–3200) мл. У 1-й групі показники шокowego індексу (ШІ) зменшилися до 0,67 (0,61–0,71), у 2-й групі – до 0,58 (0,55–0,66), у 3-й групі – до 0,66 (0,61–0,71). Під час кореляційного аналізу в 1 і 3-й групах виявлено негативний кореляційний зв'язок середнього ступеня вираженості між величиною гемотрансфузії та зміною ШІ ( $\rho = -0,353$  при  $p = 0,01$ ;  $\rho = -0,525$  при  $p = 0,003$ ).

**Висновки.** Інфузійно-трансфузійна терапія у встановлених об'ємах дала змогу знизити на 23,7% (95% ДІ: 19,2–29,5%) показники ШІ в поранених військовослужбовців. Постраждалі 3-ї групи потребували більшого об'єму інфузійно-трансфузійної терапії, що впливало на час підготовки до аеромедичної евакуації.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** геморагічний шок, черепно-мозкова травма, шоківий індекс, аеромедична евакуація.

## Infusion and transfusion therapy for victims with penetrating head wounds in preparation for aeromedical evacuation

G.P. Khytryi, Yu.D. Ukhach

Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv

**Purpose** – to assess the effectiveness and scope of infusion and transfusion therapy for wounded with penetrating head wounds at the stage of stabilization and preparation for aeromedical evacuation.

**Materials and methods.** A retrospective analysis of the medical records of 122 servicemen who were injured during combat missions was conducted. The Group 1 included 52 servicemen with mine blast thoracoabdominal wounds; the Group 2 – 40 servicemen with penetrating head wounds; the Group 3 – 30 servicemen with combined penetrating head wounds and mine blast thoracoabdominal wounds. The study

## Оригінальні дослідження. Загальна хірургія

shows the median and interquartile range of the values of the studied indicators. The Kruskal–Wallis test was used to analyze the data, and a posteriori comparisons were made using the Dunn's test.

**Results.** A retrospective analysis of the medical records of 122 servicemen who were injured during combat missions was conducted. The total volume of haemotransfusion in the victims of the Group 1 was 1525 (445–2325) ml, in the Group 2 – 0 (0–0) ml, in the Group 3 – 1150 (0–1800) ml. The volume of infusion therapy at the stabilization stage in the Group 1 was 3150 (2450–4200) ml, in the Group 2 – 1200 (800–1400) ml, in the Group 3 – 1400 (880–3200) ml. In the Group 1, the shock index (SI) decreased to 0.67 (0.61–0.71), in the Group 2 – to 0.58 (0.55–0.66), in the Group 3 – to 0.66 (0.61–0.71). The correlation analysis in the Groups 1 and 3 revealed a negative correlation of medium severity between the amount of haemotransfusion and the change in SI ( $p=0.353$  at  $p=0.01$ ;  $p=-0.525$  at  $p=0.003$ ).

**Conclusions.** Infusion and transfusion therapy in the prescribed volumes allowed to reduce the rate of SI in wounded servicemen by 23.7% (95% CI: 19.2–29.5%). Victims of the Group 3 required a greater volume of infusion and transfusion therapy, which affected the time required to prepare for aeromedical evacuation.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of the institution mentioned in the paper. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies. No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** hemorrhagic shock, traumatic brain injury, shock index, aeromedical evacuation.

Поєднання геморагічного шоку (ГШ) і черепно-мозкової травми (ЧМТ) підвищує рівень смертності серед військовослужбовців і цивільного населення порівняно з будь-якою з цих травм, отриманих окремо. Понад 26% цивільних постраждалих із ЧМТ також мають ГШ, тоді як серед військовослужбовців цей показник значно вищий (близько 80%) у зв'язку з вищою частотою поєднаних проникаючих поранень [5]. Догоспітальна летальність спостерігається в 33–50% пацієнтів із ГШ, ускладненим ЧМТ, що свідчить про те, що поліпшена стратегія швидкої стабілізації раннього хірургічного втручання може значно знизити рівень смертності в цій групі постраждалих [4].

Лікування ГШ, поєданого з ЧМТ, є особливо складним, оскільки об'єм стабілізаційних заходів у постраждалих для двох окремих станів може значно різнитися. Оцінка об'єму крововтрати, пов'язана з інтенсивною терапією ГШ, часто буває надмірною через втрату місцевих і системних механізмів авторегуляції при супутній ЧМТ [2,5]. Зазвичай комплекс стабілізаційних заходів при ГШ передбачає переливання крові, якщо воно доступне, і обмежене застосування колоїдів або кристалоїдів під час інфузійної терапії для відновлення середнього артеріального тиску під час інтенсивної терапії ЧМТ [1,2].

Заходи інтенсивної терапії поранених із проникаючими ЧМТ спрямовані на підтримку адекватного церебрального перфузійного тиску, мозкового кровотоку та доставки кисню ( $O_2$ ), попередження церебральної кровотечі та вторинного пошкодження. Тоді як інфузійна терапія ГШ відновлює перфузію в ішемізованих тканинах і запобігає гіпоксичному та ішемічному пошкодженню, спричиненому ГШ, вона також потенційно може погіршити ушкодження головного мозку, пов'язане з ЧМТ, оскільки інфузія

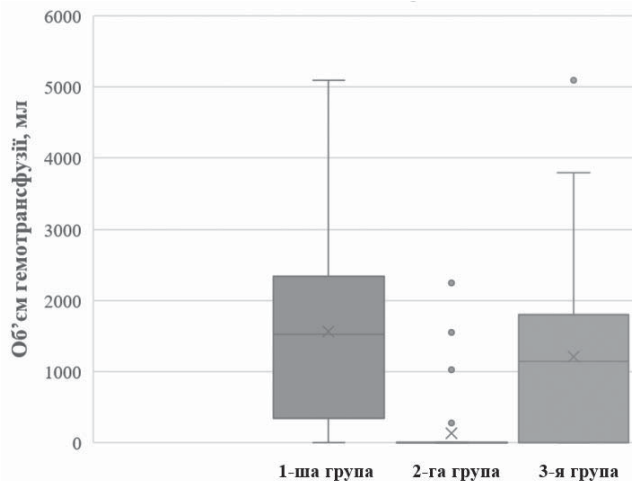
рідини після втрати місцевих і системних механізмів авторегуляції може призвести до набряку головного мозку [1,6].

Ятрогенні фактори також здатні погіршити стан постраждалих з активною кровотечею та ЧМТ. Надлишкова інфузія кристалоїдів знижує здатність до транспортування  $O_2$  та концентрацію факторів згортання крові. Вливання холодних інфузійних розчинів посилює втрату тепла внаслідок кровотечі, виснаження запасів енергії та призводить до зниження активності ферментів у каскаді згортання крові. Також надмірне введення кислих кристалоїдних розчинів погіршує ацидоз, спричинений гіперперфузією, і ще більше порушує функцію факторів згортання крові, що призводить до коагулопатії, гіпотермії та ацидозу [3,7].

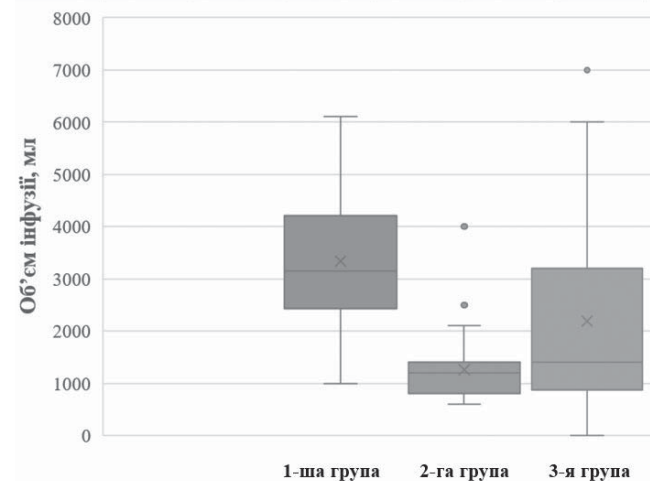
**Мета** дослідження – оцінити ефективність і об'єм інфузійно-трансфузійної терапії у поранених із проникаючими пораненнями голови (ППГ) на етапі стабілізації та підготовки до аеромедичної евакуації (АМЕ).

## Матеріали та методи дослідження

Проведено ретроспективний аналіз медичної документації 122 військовослужбовців, які отримали поранення під час виконання бойових завдань у районі проведення антитерористичної операції / операції об'єднаних сил. Постраждалих, залежно від типу отриманого поранення, поділено на три групи: до 1-ї групи увійшли 52 військовослужбовці з міно-вибуховими торакоабдомінальними пораненнями (МВТ); до 2-ї групи – 40 військовослужбовців, які отримали ППГ; до 3-ї групи – 30 військовослужбовців із поєднаними ППГ і МВТ. Усім постраждалим проведено АМЕ гвинтокрилами з мобільних польових госпіталів для переведення на етап надання спеціалізованої медичної допомоги [2]. Усі по-



**Рис. 1.** Загальний об'єм гемотрансфузії в постраждалих військовослужбовців



**Рис. 2.** Загальний об'єм інфузійної терапії в постраждалих військовослужбовців

страждали були чоловічої статі, статистично не різнилися за віком. Ступінь ГШ визначено шляхом арифметичного розрахунку шокowego індексу (ШІ) Альговера та за результатами лабораторних досліджень. Інфузійно-трансфузійну терапію на етапі стабілізації проведено колоїдними та кристалоїдними розчинами, які за великих об'ємів крововтрати доповнено переливанням свіжозамороженої плазми та еритроцитарної маси за традиційною схемою поповнення крововтрати на етапі надання медичної допомоги.

Статистичне опрацювання даних проведено за допомогою програми «Statistical software EZR v. 1.61» (graphical user interface for R statistical software version 4.2.2, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). У дослідженні відображено медіану (Me) і міжквартильний інтервал (QI-QIII) значень досліджуваних показників. Для аналізу даних використано критерій Краскела–Уолліса, апостеріорні порівняння проведено за критерієм Данна. Для аналізу ступеня статистичної залежності використано коефіцієнт кореляції рангу Спірмена.

#### Таблиця

Інфузійно-трансфузійна терапія в поранених військовослужбовців

Показник		1-ша група (n=52)	2-га група (n=40)	3-тя група (n=30)	Рівень значущості відмінності, p
Гемотрансфузія, мл		1525 (445–2325) <sup>2</sup>	0 (0–0) <sup>1,3</sup>	1150 (0–1800) <sup>2</sup>	<0,001
Еритроцитарна маса, мл		615 (0–1000) <sup>2</sup>	0 (0–0) <sup>1,3</sup>	665 (0–840) <sup>2</sup>	<0,001
Свіжозаморожена плазма, мл		855 (350–1300) <sup>2</sup>	0 (0–0) <sup>1,3</sup>	320 (0–942,5) <sup>2</sup>	<0,001
Інфузія, мл		3150 (2450–4200) <sup>2,3</sup>	1200 (800–1400) <sup>1,3</sup>	1400 (880–3200) <sup>1,2</sup>	<0,001
ШІ	Під час госпіталізації (ШІ1)	0,885 (0,72–1,12) <sup>2</sup>	0,7 (0,60–0,80) <sup>1,3</sup>	0,8 (0,73–0,91) <sup>2</sup>	<0,001
	Перед АМЕ (ШІ2)	0,67 (0,61–0,71) <sup>2</sup>	0,58 (0,55–0,66) <sup>1,3</sup>	0,66 (0,61–0,71) <sup>2</sup>	<0,001

Примітки: 1 – відмінність від 1-ї групи статистично значуща,  $p < 0,05$ ; 2 – відмінність від 2-ї групи статистично значуща,  $p < 0,05$ ; 3 – відмінність від 3-ї групи статистично значуща,  $p < 0,05$ .

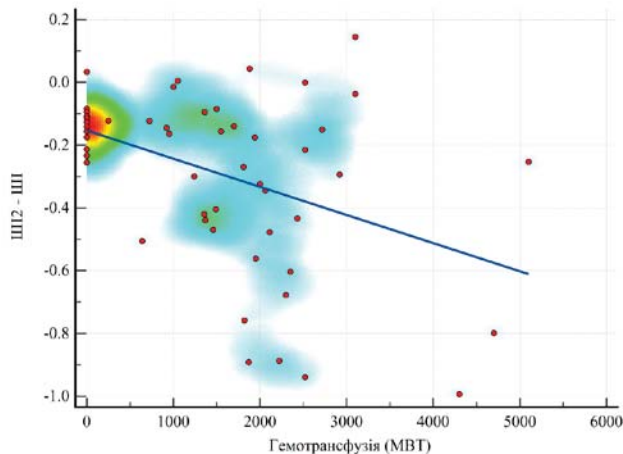
#### Результати дослідження та їх обговорення

Гемотрансфузія в досліджуваних групах постраждалих проводилася шляхом переливання свіжозамороженої плазми та еритроцитарної маси за традиційною схемою поповнення крововтрати. У 1-й групі постраждалих об'єм еритроцитарної маси становив 615 (0–1000) мл, у поранених 3-ї групи – 665 (0–840) мл. У постраждалих 2-ї групи еритроцитарна маса використовувалася в поодиноких випадках. Результати інфузійно-трансфузійної терапії наведено в таблиці.

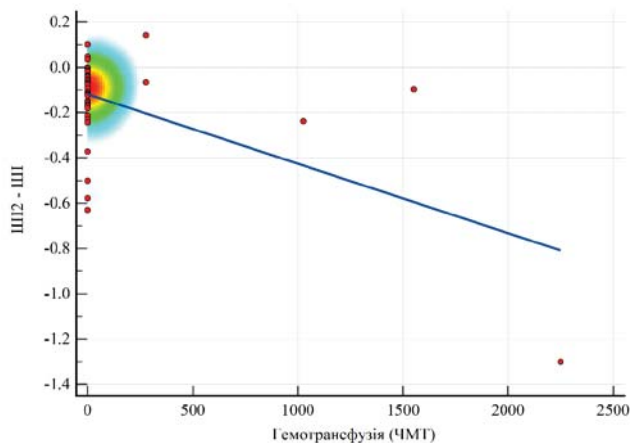
У результаті проведених заходів стабілізації та підготовки до АМЕ загальний об'єм гемотрансфузії постраждалих 1-ї групи становив 1525 (445–2325) мл, у 2-й групі – 0 (0–0) мл, у 3-й групі – 1150 (0–1800) мл. Встановлено достовірну різницю ( $p < 0,05$ ) між об'ємами в 1 і 2-й групах, а також між об'ємами у 2 і 3-й групах. Результати отриманих даних наведено на рисунку 1.

Щодо об'єму інфузійної терапії на етапі стабілізації, то в 1-й групі постраждалих він становив 3150 (2450–4200) мл, у 2-й групі – 1200 (800–

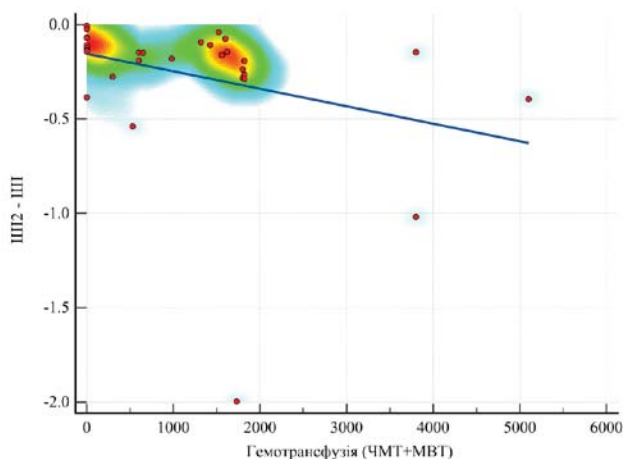
## Оригінальні дослідження. Загальна хірургія



**Рис. 3.** Поле кореляції між величиною гемотранфузії та зміною шоків індексу (для 2-ї групи)



**Рис. 4.** Поле кореляції між величиною гемотранфузії та зміною шоків індексу (для 2-ї групи)



**Рис. 5.** Поле кореляції між величиною гемотранфузії та зміною шоків індексу (для 3-ї групи)

1400) мл. У постраждалих 3-ї досліджуваної групи загальний об'єм інфузії на етапі стабілізації дорівнював 1400 (880–3200) мл. За результатами отриманих даних встановлено статистично значущу відмінність між показниками усіх досліджуваних

груп ( $p < 0.05$ ). Результати отриманих даних наведено на рисунку 2.

Під час проведення аналізу виявлено середнього ступеня вираженості позитивний кореляційний зв'язок між об'ємами інфузійної терапії та тривалістю підготовки до евакуації (показник рангової кореляції Спірмена  $\rho = 0,481$ , при  $p < 0,001$ ), що слід враховувати перед організацією АМЕ з метою переведення на етап надання спеціалізованої нейрохірургічної допомоги.

На тлі інфузійно-трансфузійної терапії, як одного із компонентів комплексу заходів щодо стабілізації постраждалих, спостерігалось зменшення показників ШІ до 0,67 (0,61–0,71) у 1-й групі, 0,58 (0,55–0,66) – у 2-й групі, 0,66 (0,61–0,71) – у 3-й групі. У результаті проведення комплексу стабілізаційних заходів вдалося знизити показники ШІ у досліджуваних групах на 23,7% (95% ДІ: 19,2–29,5%), що дало змогу забезпечити гемодинамічну стабільність, а також поліпшити показники церебрального перфузійного тиску та ефективність мозкового кровотоку в постраждалих військовослужбовців досліджуваних груп.

Під час кореляційного аналізу в 1-й групі виявлено негативний кореляційний зв'язок середнього ступеня вираженості між величиною гемотранфузії та зміною ШІ ( $\rho = -0,353$  при  $p = 0,01$ ), що вказує на важливість гемотранфузії для корекції ГШ і зниження показників ШІ у військовослужбовців із МВТ. Результати отриманих даних наведено на рисунку 3.

У 2-й групі військовослужбовців не виявлено кореляційного зв'язку між величиною гемотранфузії та зміною ШІ ( $\rho = 0,651$ ), що може вказувати на переважання впливу отриманої ЧМТ на показники ШІ та низьку потребу в корекції крововтрати (рис. 4).

Для 3-ї групи виявлено негативний кореляційний зв'язок середнього ступеня вираженості між величиною гемотранфузії та зміною ШІ ( $\rho = -0,525$  при  $p = 0,003$ ), (рис. 5).

### Висновки

Інфузійно-трансфузійна терапія у встановлених об'ємах дала змогу знизити на 23,7% (95% ДІ: 19,2–29,5%) показники ШІ в поранених військовослужбовців із бойовою травмою.

Постраждалі з поєднаними ППГ і МВТ потребували більшого об'єму інфузійно-трансфузійної терапії, що впливало на час підготовки до АМЕ з метою переведення до центрів надання спеціалізованої нейрохірургічної допомоги.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості в підготовці статті.

#### References/Література

1. Cannon JW. (2018). Hemorrhagic shock. New England Journal of Medicine. 378 (4): 370–379.
2. Khytryi GP, Ukhach YD. (2022). Assessment of blood loss in injured military personnel with penetrating brain injuries during preparation for aeromedical evacuation. Ukrainian Journal of Military Medicine. 3 (4): 93–99. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4\(3\)-093](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.4(3)-093).
3. Leibowitz, A, Brotfain E, Koyfman L, Klein M, Hess S, Zlotnik A et al. (2019). Treatment of combined traumatic brain injury and hemorrhagic shock with fractionated blood products versus fresh whole blood in a rat model. European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 45: 263–271.
4. Mayer AR, Dodd AB, Rannou–Latella JG, Stephenson DD, Dodd RJ, Ling JM, Chaudry IH. (2021). 17 $\alpha$ -Ethinyl estradiol-3-sulfate increases survival and hemodynamic functioning in a large animal model of combined traumatic brain injury and hemorrhagic shock: a randomized control trial. Critical Care. 25 (1): 1–13.
5. Muller CR, Courelli V, Lucas A, Williams AT, Li JB, Dos Santos F et al. (2021). Resuscitation from hemorrhagic shock after traumatic brain injury with polymerized hemoglobin. Scientific reports. 11 (1): 2509.
6. Stolla M, Zhang F, Meyer MR, Zhang J, Dong JF. (2019). Current state of transfusion in traumatic brain injury and associated coagulopathy. Transfusion. 59 (S2): 1522–1528.
7. Zusman BE, Dixon CE, Jha RM, Vagni VA, Henschir JJ, Carlson SW et al. (2021). Choice of whole blood versus lactated Ringer's resuscitation modifies the relationship between blood pressure target and functional outcome after traumatic brain injury plus hemorrhagic shock in mice. Journal of Neurotrauma. 38 (20): 2907–2917.

#### Відомості про авторів:

**Хитрий Григорій Павлович** – полковник медичної служби, д.мед.н., проф., начальник каф. анестезіології та реаніматології Української військово-медичної академії. Адреса: м. Київ, вул. Князів Острозьких, 45/1; тел.: (044) 280–01–43. <https://orcid.org/0000-0002-7888-1771>.

**Ухач Юрій Дмитрович** – майор медичної служби, ад'юнкт кафедри анестезіології та реаніматології Української військово-медичної академії. Адреса: м. Київ, вул. Князів Острозьких, 45/1; тел.: (044) 280–01–43. <https://orcid.org/0000-0001-6566-042X>.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2022 р., прийнята до друку 14.03.2023 р.