



ГРИЦЕНКО С.М., ГАВРИЛЮК В.П., БРІК Б.А.

## ТРИРІЧНИЙ ДОСВІД АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОЇ ДОПОМОГИ ПРИ ВИБУХОВІЙ ТРАВМІ НА РАНЬОМУ ГОСПІТАЛЬНОМУ ЕТАПІ

КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, м. Запоріжжя, Україна

**Вступ.** Поширеність збройних конфліктів, терористичних нападів і промислових аварій вимагає від клініциста розуміння вибухових ушкоджень як у цивільних, так і у військових умовах. Бойові дії, що відбуваються в Україні, ставлять перед анестезіологами велику кількість питань щодо надання медичної допомоги постраждалим із вибуховою травмою. Вибухова травма є комбінованою по патогенезу і поєднаною по локалізації, яка виникає внаслідок сукупної ушкоджуючої дії на організм людини ударної хвилі, газових струменів, вогню, токсичних продуктів вибуху та горіння, уламків корпусу боєприпасів, вторинних снарядів. Цей вид травми часто є поєднаним із пошкодженням 2-5 анатомічних ділянок та подеколи більше. Причому більша частина госпітальної допомоги надається в умовах цивільних лікарень, що розташовані поруч із проведенням бойових дій.

**Мета дослідження.** Зниження летальності шляхом вибору технології анестезії та інтраопераційної інтенсивної терапії у потерпілих від вибухової травми в залежності від тяжкості вибухової травми та стану постраждалих.

**Матеріали та методи.** Дослідження ретроспективне. Використано дані з історій хвороби за період березень 2022 року – грудень 2024 року. До операційних Запорізької обласної клінічної лікарні надійшло 1698 (чоловіків 1642, жінок 56) постраждалих від вибухової травми які оцінені за шкалою ГКО (стандартизована система оцінки тяжкості травми та стану постраждалих). Виконано 1810 операцій. 1 анатомічна область – 905 операції; 2 – 354; 3 – 237; 4 – 61; 5 – 27. При оцінці стану пацієнтів за шкалою ГКО встановлено, що у 169 потерпілого до 10 балів; від 11 до 19 балів – 350; 20 – 29 балів мали 644 пацієнтів; понад 30 балів – 547 потерпілих.

**Результати.** До операції мала місце нормотензія та помірна тахікардія. Однак, у 233 постраждалих систолічний артеріальний тиск був меншим за 90 мм рт.ст., що вимагало застосування симпатоміметиків та інфузійної терапії кристалоїдами, колоїдами та препаратами крові. Протягом операції у 233 пацієнтів продовжували застосовувати симпатоміметики та їх комбінації. Норадреналін був застосований у 179 хворих в дозі від 0,1 до 0,4 мкг/кг/хв., допамін – у 39, адреналін у 4, мезатон – у 11 постраждалих у болюсних дозах 20-100 мкг.

Показники систолічного, діастолічного, пульсового, середнього артеріальних тисків та частоти серцевих скорочень на етапі завершення операції достовірно не відрізнялися від вихідних.

До операції у постраждалих був субкомпенсований метаболічний та дихальний ацидоз, збільшення концентрації лактату ( $3,6 \pm 0,1$  ммоль/л). На етапі операції явища метаболічного ацидозу наростали, зберігалися дихальний ацидоз та збільшення  $pCO_2$  у крові. Концентрація лактату в крові достовірно зростала, у середньому до  $(4,0 \pm 0,1)$  ммоль/л ( $p < 0,001$ ).

**Висновки.** Оцінка тяжкості потерпілих за шкалою ГКО дозволяє вибрати технологію анестезії з урахуванням впливу препаратів для наркозу, що використовуються, на гемодинаміку. На етапах лікування постраждалих від вибухової травми вдалося зберегти нормотензію завдяки інфузійно-трансфузійній терапії та вазопресорній підтримці. Наприкінці операції змішаний декомпенсований ацидоз та підвищення лактату вимагатиме подальше лікування у відділенні інтенсивної терапії.

**Ключові слова:** вибухова травма, оцінка тяжкості постраждалих, анестезія.

Для кореспонденції: ГРИЦЕНКО СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, доктор медичних наук, професор, професор кафедри анестезіології та інтенсивної терапії ЗДМФУ, м. Запоріжжя, 69050, Україна, шосе Оріхівське, 10.  
E-mail: gritsenko45@gmail.com; tel: +380 (50) 6099885

**ВСТУП**

Поширеність збройних конфліктів, терористичних нападів і промислових аварій вимагає від клініциста розуміння вибухових ушкоджень як у цивільних, так і у військових умовах. Бойові дії, що відбуваються в Україні, ставлять перед анестезіологами велику кількість питань щодо надання медичної допомоги постраждалим із вибуховою травмою. Цей вид травми часто є поєднаним із пошкодженням 1-5 анатомічних ділянок та подеколи більше. При цьому частина госпітальної допомоги надається в умовах цивільних лікарень, що розташовані поруч із проведенням бойових дій. Вибухове ушкодження є складною формою травми, що виникає внаслідок вибухового викиду енергії. Вибухове поранення — це фізична травма, спричинена швидкою хвилею тиску та пов'язаними з нею осколками, утвореними внаслідок вибуху. Підвищення тиску може перевищувати атмосферний тиск у кілька разів до досягнення максимальної точки, відомої як пік надлишкового тиску. Це найінтенсивніший стрибок тиску та момент максимального руйнування, викликаного вибуховою хвилею. Коли вибухова хвиля розширюється назовні, тиск за нею швидко падає, створюючи фазу негативного тиску з ефектом вакууму, який втягує повітря та сміття всередину, потенційно завдаючи додаткових травм жертвам, які опинилися в зоні вибуху [1, 2, 3].

В результаті вибухової хвилі стискається повітря у відкритому та закритому просторі, спричиняючи пошкодження внутрішніх органів та ударні ушкодження снарядами та уламками. Серйозність і типи травм залежать від близькості до вибуху, його тиску та наявності інших елементів, таких як осколки та тепло. Вибухові речовини високого рівня, такі як динаміт, створюють надзвукову вибухову хвилю надлишкового тиску. Вибухові речовини низького рівня, такі як коктейлі Молотова, не мають хвилі надлишкового тиску та створюють дозвуковий вибух, відомий як вибуховий вітер, який спричиняє переважно балістичні та термічні ушкодження [4].

Спектр вибухових ушкоджень можна розділити на п'ять категорій. Первинні ушкодження спричинені вибуховою хвилею високого тиску від вибуху, що вражає переважно легені, вуха та шлунково-кишковий тракт. На початку вибуху на організм діє ударна хвиля. Фактично на людину насувається «стіна повітря» зі швидкістю 8000 м/с, для порівняння швидкість людини 7 м/с, швидкість ураганного вітру 40 м/с та тиском до 250 атм. Чим більша кількість вибухівки і чим ближче людина, тим тяжчою буде травма. Травми включають вибухову легеню, розрив барабанної перетинки та перфорацію кишечника. Вторинні травми є наслідком

вильоту уламків, що спричиняє проникаючі травми та рвані рани. Тяжкість цих травм залежить від швидкості, розміру та природи уламків, що летять. Третинні ушкодження виникають при переміщенні людей ударним вітром. Прискорення тіла та удари об тверді предмети призводять до тупих травм, які можуть призвести до переломів кісток та інших травм. До четвертинних ушкоджень належать інші ушкодження, викликані вибухонебезпечними продуктами, такі як опіки, асфіксія, вплив токсичних речовин. під час вибуху формується вогняна куля, температура якої може досягати 7000 градусів Цельсія та викликати опіки, найчастіше це відкриті частини тіла (обличчя, кисті рук), а на місцевості можуть виникнути пожежі. Ці ушкодження часто ускладнюють загальну клінічну картину. П'ятіркові травми стосуються клінічних наслідків хімічних, радіологічних або біологічних забруднень після детонації та включають хімічні опіки, радіаційне опромінення та вірусні чи бактеріальні інфекції. Ступінь пошкодження пропорційний піку та тривалості початкової вибухової хвилі, а також відстані від вибуху, середовищу вибуху та відбиттю вибухової хвилі від твердих поверхонь [5–9].

Початкова оцінка має відповідати протоколам Advanced Trauma Life Support (ATLS). Методи візуалізації, такі як рентгенографія, комп'ютерна томографія (КТ) та ультразвукове дослідження, є критично важливими для виявлення внутрішніх пошкоджень [10].

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ.**

Зниження летальності шляхом вибору технології анестезії та інтраопераційної інтенсивної терапії у потерпілих від вибухової травми в залежності від тяжкості вибухової травми та стану постраждалих.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Дослідження ретроспективне. Використано дані з історій хвороби за період березень 2022-грудень 2024 року. До операційних Запорізької обласної клінічної лікарні надійшло 1698 (чоловіків 1642, жінок 56) постраждалих від вибухової травми які оцінені за шкалою ГКО (стандартизована система оцінки тяжкості травми та стану постраждалих). Виконано 1810 операцій. 1 анатомічна область – 905 операції; 2 – 354; 3 – 237; 4 – 61; 5 – 27. При оцінці стану пацієнтів за шкалою ГКО встановлено, що у 169 потерпілого до 10 балів; від 11 до 19 балів – 350; 20 – 29 балів мали 644 пацієнтів; понад 30 балів – 547 потерпілих [11, 12].

Інтраопераційна летальність – 5 постраждалих. Причина: масивна крововтрата.

Час доставки в середньому ( $4,28 \pm 1,42$ ) годин (2023 р), ( $9,36 \pm 1,81$ ) годин (2024 р).

Травми кінцівок – 1285; органів черевної порожнини – 229; грудної порожнини – 218; головний, спинний мозок, периферичні нерви – 266; лицьовий череп – 323; опіки – 63; вуха – 27.

Середній вік чоловіків ( $37,6 \pm 0,4$ ) років, жінок ( $60,8 \pm 0,6$ ) років.

Самостійне дихання у 1285 хворих, на ШВЛ доставлено 413 хворих. Концентрації гемоглобіну та загального білка в крові та сироватці ( $102,4 \pm 3,6$  г/л та ( $54,8 \pm 1,4$ ) г/л відповідно.

Наявність гемопневмотораксу на час надходження діагностовано у 213 постраждалих, причому в 118 випадках дренажі не функціонували. До початку оперативних втручань встановлено та перевстановлено плевральні дренажі 201 пацієнту. Насичення гемоглобіну киснем (SpO<sub>2</sub>) у пацієнтів  $\geq 95\%$ , у  $40 < 92\%$ .

Пацієнтам проводили такі методики анестезії:

- а) Регіонарні та нейроаксіальні методики 0,5 % розчином бупівакаїну;
- б) Внутрішньовенна анестезія без ШВЛ: пропופол 1-2 мг/кг або дексметомідин 1 мг/кг (підтримуюча доза 0,5 мг/годину) + фентаніл 1-3 мкг/кг/год;
- в) Інгаляційна анестезія з ШВЛ: індукція внутрішньовенно пропופолом (2,0 мг/кг або тіопенталом натрію 6-8 мг/кг), підтримка севофлюраном (0,8-1,0) МАК, або (1,6-2,0) об.%, аналгезія фентаніл 10 мкг/кг/перша година, 5 мкг/кг/друга година, 3 мкг/кг/наступні години. Міоплегія атракуріум 0,3-0,6 мг/кг або есмерон 0,6-1,0 мг/кг;
- г) Тотальна внутрішньовенна анестезія (ТВА1). Індукція внутрішньовенно пропופолом (2 мг/кг або тіопенталом натрію 6-8 мг/кг), підтримка пропופолом 1,5-4,0 мг/кг/год; аналгезія фентаніл 10 мкг/кг/перша година, 5 мкг/кг/друга година, 3 мкг/кг/наступні години. Міоплегія атракуріум 0,3-0,6 мг/кг, або есмерон 0,6-1,0 мг/кг. Підтримка міорелаксації: атракуріум 0,1-0,2 мг/кг кожні 25-30 хвилин або есмерон 0,3-0,4 мг/кг/год;
- д) Тотальна внутрішньовенна анестезія (ТВА2). Індукція внутрішньовенно тіопенталом натрію 3,0 мг/кг + натрію оксибутират 56 мг/кг/30 хв.), підтримка натрію оксибутират 0,5 мг/кг/хв., аналгезія фентаніл 10 мкг/кг/перша година, 5 мкг/кг/друга година, 3 мкг/кг/наступні години. Міоплегія атракуріум 0,3-0,6 мг/кг або есмерон 0,6-1,0 мг/кг. Підтримка міорелаксації: атракуріум 0,1-0,2 мг/кг кожні 25-30 хвилин або есмерон 0,3-0,4 мг/кг/год;
- е) Тотальна внутрішньовенна анестезія (ТВА3). Індукція внутрішньовенно кетамін 2,0 мг/кг + натрію оксибутират 70 мг/кг/30 хв.), підтримка натрію оксибутират 0,6 мг/кг/хв., аналгезія ке-

тамін 0,04 мг/кг/хв. Міоплегія атракуріум 0,3-0,6 мг/кг або есмерон 0,6-1,0 мг/кг. Підтримка міорелаксації: атракуріум 0,1-0,2 мг/кг кожні 25-30 хвилин або есмерон 0,3-0,4 мг/кг/год.

Вибір технології анестезії залежав від суми балів за шкалою ГКО (стандартизована система оцінки тяжкості травми та стану потерпілих) [6]. При оцінці до 10 балів застосовували методики описані в пунктах (а) та (б) без ШВЛ; 11-19 балів технології (в) та (г) з ШВЛ; 20- 29 балів методику анестезії, описану в пункті (д); понад 30 балів методики анестезії описана у пункті (е).

Методика застосування тотальної внутрішньовенної анестезії натрієм оксибутиратом з фентанілом або кетаміном дозволяє керувати глибиною та тривалістю загальної анестезії з урахуванням ймовірності підтримки мінімальної наркотичної концентрації натрію оксибутирату в крові та рівня анестезії, що забезпечує антиноцицептивний захист [13, 14].

Виконано операції на кінцівках – 1193; головному мозку – 99; спинному мозку -57; лапаротомія – 209; торакотомія – 167. Тривалість операцій у середньому становила ( $182,0 \pm 7,7$ ) хв.

У 1562 постраждалих об'єм крововтрати в операційній був до 1 л, та у середньому становив ( $638 \pm 132$ ) мл., у 83 постраждалих крововтрата перевищувала 1 л., у 53 – більше 2 л. Об'єм інфузійно-трансфузійної терапії в операційній в середньому становив ( $3687 \pm 328$ ) мл. 161 потерпілим переливали препарати крові. Діурез у середньому становив ( $372 \pm 96$ ) мл., у 37 пацієнтів мала місце анурія.

Стандартний моніторинг при вступі та на етапах анестезії включав неінвазивний моніторинг артеріального тиску (АТ систолічний, діастолічний, пульсовий, середній), сатурація крові (SpO<sub>2</sub>), ЕКГ, апаратом ABL 835 вимірювали параметри кислотно-лужного стану, лактату, парціальний тиск кисню та вуглекислого газу [15].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за допомогою програми «STATISTICA 10», дані представлені у вигляді середнього арифметичного (М) та стандартного відхилення  $\pm$ (SD) з урахуванням оцінки за t-критерієм Стюдента. При проведенні аналізу у всіх випадках критичний рівень значимості прийнятий рівним менш 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТИ

У таблиці 1 представлені показники артеріального тиску та частоти серцевих скорочень на етапах лікування потерпілих.

До операції мала місце нормотензія та помірна тахікардія. Однак, у 233 постраждалих систолічний артеріальний тиск був меншим за 90 мм рт.ст., що вимагало застосування симпатоміметиків та ін-

**Таблиця 1.** Показники артеріального тиску (систолічного, діастолічного, пульсового, середнього) частоти серцевих скорочень на етапах лікування ( $M \pm SD$ ),  $n=1698$ 

| Етап/показник         | При надходженні в операційну | Травматичний етап операції    | Кінець операції                 |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| АТ сист., мм рт.ст.   | 128,1 $\pm$ 3,4              | 111,8 $\pm$ 12,4 ( $P>0,05$ ) | 124,9 $\pm$ 12,9 ( $P_1>0,05$ ) |
| АТ діаст., мм рт.ст.  | 73,7 $\pm$ 1,8               | 63,9 $\pm$ 8,6 ( $P>0,05$ )   | 75,7 $\pm$ 8,7 ( $P_1>0,05$ )   |
| ПТ, мм рт.ст.         | 52,1 $\pm$ 0,9               | 47,8 $\pm$ 6,1 ( $P>0,05$ )   | 49,2 $\pm$ 6,5 ( $P_1>0,05$ )   |
| СрАТ, мм рт.ст.       | 90,3 $\pm$ 1,7               | 82,9 $\pm$ 7,2 ( $P>0,05$ )   | 92,1 $\pm$ 8,6 ( $P_1>0,05$ )   |
| ЧСС, хв <sup>-1</sup> | 89,6 $\pm$ 0,8               | 90,5 $\pm$ 3,4 ( $P>0,05$ )   | 89,6 $\pm$ 4,8 ( $P_1>0,05$ )   |

Примітки:  $P$  – різниця недостовірна ( $>0,05$ ) в порівнянні з етапом надходження,  $P_1$  – різниця недостовірна в порівнянні з етапом надходження ( $p > 0,05$ )

**Таблиця 2.** Окремі показники кислотно-лужного стану, лактату та парціального тиску вуглекислого газу та кисню в крові на етапах лікування. ( $M \pm SD$ ),  $n=712$ 

| Етап/показник                           | При надходженні в операційну | Травматичний етап операції | Кінець операції       |
|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| pH                                      | 7,315 $\pm$ 0,003            | 7,288 $\pm$ 0,004 ***      | 7,150 $\pm$ 0,005 *** |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л | 22,6 $\pm$ 0,4               | 25,0 $\pm$ 0,3 ***         | 24,6 $\pm$ 0,3 ***    |
| BE, ммоль/л                             | (-)6,1 $\pm$ 0,1             | (-)6,2 $\pm$ 0,1           | (-)6,9 $\pm$ 0,1 ***  |
| Лактат, ммоль/л                         | 3,6 $\pm$ 0,2                | 4,1 $\pm$ 0,1*             | 3,9 $\pm$ 0,3         |
| PaCO <sub>2</sub> , мм рт.ст.           | 45,7 $\pm$ 1,5               | 55,4 $\pm$ 1,2 ***         | 47,0 $\pm$ 2,0        |
| PaO <sub>2</sub> , мм рт.ст.            | 94,6 $\pm$ 8,2               | 117,5 $\pm$ 7,9*           | 135,8 $\pm$ 10,2***   |

Примітки: \* – різниця достовірна ( $P < 0,05$ ), \*\* – різниця достовірна ( $P < 0,01$ ),

\*\*\* – різниця достовірна ( $P < 0,001$ ). Етап операції та закінчення операції порівнювали з відповідним вихідним показником кислотно-лужного стану, лактату та парціального тиску вуглекислого газу та кисню в крові на етапах лікування.

фузійної терапії кристалоїдами, колоїдами та препаратами крові. Протягом операції у 233 пацієнтів продовжували застосовувати симпатоміметики та їх комбінації. Норадреналін був застосований у 179 хворих в дозі від 0,1 до 0,4 мкг/кг/хв., допамін – у 39, адреналін у 4, мезатон – у 11 постраждалих у болюсних дозах 20-100 мкг.

Показники систолічного, діастолічного, пульсового, середнього артеріальних тисків та частоти серцевих скорочень на етапі завершення операції достовірно не відрізнялися від вихідних.

У 712 пацієнтів вивчено окремі показники кислотно-лужного стану, лактату, парціального тиску вуглекислого газу та кисню в крові. При оцінці за шкалою ГКО 20-29 балів застосовували методику ТВА2 з використанням оксидутирату натрію з фентанілом, при оцінці вище 30 балів анестезію проводили ТВА3 натрієм оксидутиратом з кетаміном.

У таблиці 2 наведено окремі показники кислотно-лужного стану, лактату та парціального тиску вуглекислого газу та кисню в крові на етапах лікування.

До операції у постраждалих був субкомпенсований метаболічний та дихальний ацидоз, парціальний тиск кисню мав нормальні значення, а також підвищення концентрації лактату.

На етапі операції явища субкомпенсованого метаболічного та дихального ацидозу зберігалися.

Парціальний тиск кисню перевищував нормальні значення. Концентрація лактату в крові достовірно збільшилася, у середньому на 14 %, та становила (4,1  $\pm$  0,1) ммоль/л.

На етапі закінчення операції зберігалися декомпенсований метаболічний та дихальний ацидоз. Концентрація лактату була високою та достовірно не відрізнялася від доопераційного значення парціальний тиск кисню у артеріальній крові перевищував нормальні значення.

## ОБГОВОРЕННЯ

Отримані дані дозволяють стверджувати, що час доставки постраждалих в середньому становить (4,28  $\pm$  1,42) годин, переважають чоловіки молодого віку. Аналіз отриманих результатів вказує на наявність тяжких ушкоджень у 71 % постраждалих з оцінкою тяжкості пошкоджень за шкалою ГКО понад 20 балів. У 19 % постраждалих від вибухової травми були різні види шоку, що узгоджується з даними Гур'єва С.О. із співавт., отриманими у 2015 році, 18,81 % [11].

Вибір методу знеболювання у постраждалих від вибухової травми на ранньому госпітальному етапі досі недостатньо чітко розроблено. Враховуючи тяжкість постраждалих, проведено спробу зв'язати технологію анестезії з бальною оцінкою за ГКО. Розроблено 6 варіантів методик анестезії.

Особливу увагу привертають методи анестезії у постраждалих з оцінкою ГКО понад 20 і 30 балів. Вибір зупинився на препаратах натрію оксibuтирату, фентанілу та кетаміну. Вважається, що анестезія натрієм оксibuтиратом погано керована. Раніше було розроблено початкове та підтримуюче дозування натрію оксibuтирату для підтримки в крові мінімальної наркотичної концентрації з урахуванням об'єму крововтрати. Важливе значення має гемодинамічна дія натрію оксibuтирату, зумовлена збільшенням ударного об'єму серця та об'єму циркулюючої крові [14]. Стимуляція ГАМК-ергічної системи мозку грає роль основного антиноцицептивного механізму. Антистресовий ефект натрію оксibuтирату, як основного гальмівного медіатора мозку, реалізується на рівні вищих вегетативних центрів, що попереджає активацію стрес-реалізаційних систем, у тому числі катехоламінергічну. Тому натрію оксibuтират, зменшуючи активність гіпофізарно-надниркової та симпатoadреналової систем, підвищує активність ГАМК-ергічних соматичних рецепторних систем і здатний суттєво обмежити пошкодження внутрішніх органів при циркуляторно-ішемічних порушеннях, що викликаються операцією, та вибуховою травмою. Натрій оксibuтират у дозах, що використовуються, не має аналгетичної активності. У зв'язку з цим у дослідженні використовували фентаніл або кетамін [13].

Кетамін – антагоніст NMDA-рецепторів, який продемонстрував відмінну аналгетичну активність навіть у субанестетичних дозах [16].

При введенні в низьких дозах кетамін також запобігає розвитку центральної сенситизації, гіпералгезії та резистентності до опіоїдів [17].

Єдиною клінічною причиною підвищення парціального тиску кисню в артеріальній крові слід, ймовірно, вважати високу фракцію кисню у вдихуваній суміші [18].

Це дослідження відкриває шлях для проведення подібних досліджень у постраждалих від вибухової травми на ранньому шпитальному етапі.

## ВИСНОВКИ

1. Оцінка тяжкості потерпілих за шкалою ГКО дозволяє вибрати технологію анестезії з урахуванням впливу препаратів для наркозу, що використовувалися, на гемодинаміку.
2. На етапах лікування постраждалих від вибухової травми вдалося зберегти нормотензію завдяки інфузійно-трансфузійній терапії та вазопресорній підтримці.
3. Наприкінці операції змішаний декомпенсований ацидоз та підвищення лактату вимагало

подальше лікування у відділенні інтенсивної терапії.

## 4. Інтраопераційна летальність – 5 постраждалих.

Фінансування / Funding

Немає джерела фінансування / There is no funding source.

Конфлікт інтересів / Conflicts of interest

Усі автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів /

All authors report no conflict of interest

Етичне схвалення / Ethical approval

Всі процедури, які виконували, відповідали етичним стандартам закладу щодо клінічної практики, Гельсінської декларації 1964 р. з поправками і «Загальної декларації про біоетику та права людини (ЮНЕСКО)» та затверджено місцевим комітетом з етики досліджень (Витяг з протоколу № 203 засідання лікарської етичної комісії КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР від 30 травня 2025 р.). / This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the local research ethics committee.

Надійшла до редакції / Received: 16.06.2025

Після доопрацювання / Revised: 24.06.2025

Прийнято до друку / Accepted: 15.09.2025

Опубліковано онлайн / Published online: 30.09.2025

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wolf SJ, Bebart VS, Bonnett CJ, Pons PT, Cantrill SV. Blast injuries. *Lancet* 2009;374:405-415.
2. DePalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ. Blast injuries. *N Engl J Med* 2005;352:1335-1342
3. Bukowski J, Nowadly CD, Schauer SG, Koyfman A, Long B. High risk and low prevalence diseases: blast injuries. *Am J Emerg Med* 2023;70:46-56.
4. Hazell GA, Pearce AP, Hepper AE, Bull AMJ. Injury scoring systems for blast injuries: a narrative review. *Br J Anaesth* 2022;128(2):e127-e134
5. Westrol MS, Donovan CM, Kapitanyan R. Blast physics and pathophysiology of explosive injuries. *Ann Emerg Med* 2017;69:Suppl:S4-S9
6. Champion H., Holcomb J., Young L. Injuries from explosions: physics, biophysics, pathology, and required research focus. *J Trauma*.2009; 66: 1468-1477. Doi:10.1097/TA.0b013e3181a27e7f
7. Wolf S.J., Bebart V.S., Bonnett C.J. et.al. Blast injuries. *Lancet*. 2009; 374: 405-415/ DOI: 10.1016/S0140-6736(09) 60257-9.
8. Plurad D.S. Blast injury. *Mil.Med.*2011;176(3): 276-282.Doi: 10.7205/milmed-d-10-00147.
9. Scott T.E., Kirkman E., Haque M., Gibb I.E., Vahoney P. and Hardman J.G. Primary blast lung injury – a review. *BJA*, 2017/118(3):311-316. DOI: 10.1093/bja/aew385
10. Leissner KB, Ortega R, Beattie WS. Anesthesia implications of blast injury. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;20:872-880
11. Гур'єв С.О., Кравцов Д.І., Казачков В.Є., Ордатій А.В. Мінно-вибухова травма внаслідок сучасних бойових дій на прикладі антитерористичної операції на сході України. Повідомлення 1. Клініко-епідеміологічна характеристика постраждалих із мінно-вибуховою травмою на ранньому госпітальному етапі надання медичної допомоги. *Травма*.2015. – Том 16. – №6. – С.5-8
12. Гур'єв С.О., Кравцов Д.І. Стандартизована оцінка тяжкості вогнепальних та мінно-вибухових пошкоджень, що виникли внаслідок сучасних бойових дій. *Травма*.2016. – Том 17. – №3. – С.65-68. DOI:10.22141.1608-1706.3.17.2016.75777
13. Усенко Л.В., Шифрин Г.А. Концепція антиноцицептивного обезболювання. К.: Здоров'я. – 1993. – 192 с.
14. Хиженяк А.А. Концентрация оксibuтирату натрия при наркозе в условиях хирургической кровопотери: Диссертация канд.мед. наук:14.00.37. – Харьков. – 1979. – 123 с.
15. Klein A.A., Meek T., Allcock E., Cook T., Msncher N., Morris C., Young P. Recommendations for standards of monitoring during anesthesia and recovery. 2021. *Anaesthesia*. Doi: 10.1111/anae.15501
16. De Kock M., Lavand'homme P., Waterloss H. Balanced analgesia in the perioperative period: is there a place for ketamine? *Pain*. 2001; 92 (3): 373-380. Doi:10.1016/s0304-3959(01)00278-0
17. Wu I., Huang X., Sun I. The efficacy of N-methyl-Daspartate receptor antagonists on improving the postoperative pain intensity and satisfaction after remifentanyl-based anesthesia in adults; a meta-analysis. *J Clin Anesth*. 2015;27(4):311-324. Doi:10.1016/j.jclinane.2015.03/020 12
18. Malley W. Clinical blood gases: assessment and intervention. 2nd ed. Elsevier Saunders.2004. 523 pgs

GRITSSENKO S.M., GAVRILYUK V.P., BRIK B.A.

### THREE YEARS OF EXPERIENCE IN ANESTHESIOLOGICAL CARE FOR BLAST TRAUMA AT THE EARLY HOSPITAL STAGE

**Summary.** The prevalence of armed conflicts, terrorist attacks and industrial accidents requires the clinician to understand explosive injuries in both civilian and military settings. The hostilities taking place in Ukraine pose many questions to anesthesiologists regarding the provision of medical care to victims with explosive trauma. Explosive trauma is combined in pathogenesis and combined in localization, which occurs because of the cumulative damaging effect on the human body of a shock wave, gas jets, fire, toxic products of explosion and combustion, fragments of the ammunition casing, secondary shells. This type of injury is often combined with damage to 2-5 anatomical areas and sometimes more. Moreover, most of the hospital care is provided in civilian hospitals located near the hostilities.

**The aim of study.** Reducing mortality by selecting anesthesia technology and intraoperative intensive care in blast trauma victims depending on the severity of the blast trauma and the condition of the victims.

**Materials and methods.** The study is retrospective. Data from medical histories for the period March 2022 – December 2024 were used. 1698 (1642 male, 56 female) victims of blast trauma who were assessed according to the GKO scale (standardized system for assessing the severity of trauma and the condition of victims) were admitted to the operating rooms of the Zaporizhzhia Regional Clinical Hospital. 1810 operations were performed. 1 anatomical region – 905 operations; 2 – 354; 3 – 237; 4 – 61; 5 – 27. When assessing the condition of patients according to the GKO scale, it was found that 169 victims had up to 10 points; from 11 to 19 points – 350; 644 patients had 20 – 29 points; over 30 points – 547 victims.

**Results.** Before the operation, there was normotensive and moderate tachycardia. However, in 233 victims, systolic blood pressure was less than 90 mm Hg, which required the use of sympathomimetics and infusion therapy with crystalloids, colloids and blood products. During the operation, sympathomimetics and their combinations were continued in 233 patients. Noradrenaline was used in 179 patients at a dose of 0.1 to 0.4 µg/kg/min, dopamine in 39, adrenaline in 4, mezaton in 11 victims in bolus doses of 20-100 µg. Systolic, diastolic, pulse, mean arterial pressure and heart rate at the stage of completion of the operation did not significantly differ from the baseline.

Before the operation, the victims had sub compensated metabolic and respiratory acidosis, an increase in lactate concentration ( $3.6 \pm 0.1$  mmol/l). At the stage of the operation, the phenomena of metabolic acidosis increased, respiratory acidosis and an increase pCO<sub>2</sub> in the blood persisted. The concentration of lactate in the blood significantly increased, on average to ( $4.0 \pm 0.1$ ) mmol/l ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Assessment of the severity of the victims according to the GKO scale allows you to choose the anesthesia technology considering the effect of the anesthetic drugs used on hemodynamics. At the stages of treatment of victims of blast trauma, it was possible to maintain normotensive thanks to infusion-transfusion therapy and vasopressor support. At the end of the operation, mixed decompensated acidosis and increased lactate will require further treatment in the intensive care unit.

**Keywords:** blast trauma, assessment of the severity of the victims, anesthesia.

УЧАСТЬ АВТОРІВ В ПІДГОТОВЦІ СТАТТІ:  
Гриценко С.М. – концептуалізація, формальний аналіз, написання оригінального тексту;  
Гаврилюк В.П. – збір та аналіз інформації;  
Брік Б.А. – збір та аналіз інформації.