



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

ВИБУХОВА ТРАВМА. АНЕСТЕЗІЯ ТА ІНТРАОПЕРАЦІЙНА ІНТЕНСИВНА ТЕРАПІЯ НА РАНЬОМУ ГОСПІТАЛЬНОМУ ЕТАПІ (ПОПЕРЕДНЄ ПОВІДОМЛЕННЯ)

Запорізька обласна клінічна лікарня, м. Запоріжжя, Україна

РЕЗЮМЕ

Вступ. Вибухова травма – це бойове багатофакторне ураження, яке виникає внаслідок сукупної ушкоджувальної дії на організм людини ударної хвилі, газових струменів, вогню, токсичних продуктів вибуху та горіння, уламків корпусу боєприпасів, вторинних снарядів. 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 2-4 анатомічних ділянок та подеколи більше. Причому більша частина госпітальної допомоги надається в умовах цивільних лікарень, що розташовані поруч із проведенням бойових дій.

Мета дослідження. Вибір технології анестезії та інтраопераційної інтенсивної терапії у потерпілих від вибухової травми в залежності від тяжкості вибухової травми та стану постраждалих.

Матеріали та методи. За період березень-грудень 2022 року до операційних Запорізької обласної клінічної лікарні надійшло 226 постраждалих (чоловіків 195, жінок 31) від вибухової травми та оцінені за шкалою ГКО (стандартизована система оцінки тяжкості травми та стану постраждалих).

Результати. До операції мала місце нормотензія та помірна тахікардія. Однак, у 25 постраждалих систолічний артеріальний тиск був меншим за 90 мм рт.ст., що вимагало застосування симпатоміметиків та інфузійної терапії кристалоїдами та колоїдами. Протягом операції у 42 пацієнтів продовжували застосовувати симпатоміметики. Нордреналін був застосований у 37 хворих в дозі від 0,1 до 0,4 мкг/кг/хв. Мезатон – у 5 постраждалих у болюсних дозах 20-100 мкг.

Показники систолічного, діастолічного, пульсового, середнього артеріального тиску та частоти серцевих скорочень на етапі завершення операції достовірно не відрізнялися від вихідних. До операції у постраждалих був субкомпенсований метаболічний та дихальний ацидоз, збільшення парціального тиску кисню у крові, а також підвищення концентрації лактату.

На етапі операції явища метаболічного ацидозу наростали, про що свідчило достовірне підвищення показника ВЕ. Зберігалися дихальний ацидоз та збільшення парціального тиску кисню у крові. Концентрація лактату в крові достовірно зменшилася у середньому на 21 %, але в середньому становила (4,1±0,1) ммоль/л.

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

Ключові слова: вибухова травма, анестезія, ранній госпітальний етап.

ВСТУП

Вибухові травми – це травми, спричинені множинним впливом вибухової зброї та «надлишкового тиску» створюваного ним. Сила цього тиску достатня, щоб викликати травму, але також може призвести і до утворення уламків, відкидати лю-

дей на предмети та спричинити руйнування будівель та інших споруд. Існує чотири типи вибухової травми: первинна вибухова травма виникає в результаті надлишкового тиску, що ушкоджує тканини в результаті стиснення та розширення. Ці ушкодження вражають не тільки органи, такі як

легені, а й тверді тканини, і навіть мозок. 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. Результатом дії можуть бути потужні травми внутрішніх органів, переломи кісток, травматичні ампутації, роздавлювання м'яких тканин; вторинна вибухова травма виникає внаслідок утворення уламків. Вони можуть включати обломок і шрапнель, а також ґрунт і уламки навколишніх предметів. Осколкові поранення. Після вибуху формуються уламки, які на великій швидкості розлітаються в різні боки та наносять поранення. Слід пам'ятати, що під час вибуху прискорення також можуть відчувати предмети, які знаходяться навколо – частки розбитого скла, ґрунту чи каміння. Уламки, як правило, неправильної форми, тому рани мають рваний характер. Локалізація ран та їх тяжкість залежать від того, на якій відстані перебуває людина від епіцентру вибуху; третинна вибухова травма пов'язана з тілесним переміщенням – коли сила вибуху може підкинути людей у повітря чи на інші об'єкти. Це призводить до цілого ряду травм, на додаток до первинних і вторинних травм – наприклад, до тупих травм різних органів. Зіткнення людини з іншими предметами, падіння. Вибухова хвиля, яка формується під час вибуху, може збивати людей з ніг, відкидати їх на довколишні об'єкти, піднімати у повітря різні предмети з навколишнього середовища, які падають та травмують людину; при четвертинній травмі під час вибуху формується вогненна 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. Також під час вибуху утворюються шкідливі продукти горіння та токсичні гази – вони негативно впливають на організм, при їхньому вдиханні пошкоджуються верхні дихальні шляхи та легені. Вибухова травма – це бойове багатofакторне ураження, яке виникає внаслідок сукупної ушкоджуючої дії на організм людини ударної хвилі, газових струменів, вогню, токсичних продуктів вибуху та горіння, уламків корпусу боєприпасів, вторинних снарядів [1-4].

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 2-4 анатомічних ділянок та подеколи більше. Причому більша частина госпітальної допомоги надається в умовах цивільних лікарень, що розташовані поруч із проведенням бойових дій.

Мета дослідження. Вибір 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 хвороб пацієнтів за період березень-грудень 2022 року. До операційних Запорізької обласної клінічної лікарні надійшло 226 постраждалих від вибухової травми (чоловіків 195, жінок 31). Тяжкість травми та стан постраждалих оцінені за шкалою ГКО (стандартизована система оцінки тяжкості травми та стану постраждалих) [5,6].

Час доставки в середньому (5,1±0,2) годин.

Анатомічні області ушкоджень: травми кінцівок – 155; органів черевної порожнини – 51; грудної порожнини – 41; головний, спинний мозок, периферичні нерви – 52; лицьовий череп – 29; опіки – 3; вуха – 2.

При оцінці стану пацієнтів за шкалою ГКО встановлено, що у 21 потерпілого до 10 балів; від 10 до 19 балів – 63; 20 – 29 балів мали 85 пацієнтів; понад 30 балів – 57 потерпілих.

Середній вік чоловіків (35,3 ± 0,7) років, жінок (45,9 ± 0,9) років. Самостійне дихання у 146 хворих, рівень свідомості оцінено у 146 хворих та в середньому становив (14,1±0,4) балів; на ШВЛ доставлено 80 хворих. Концентрації гемоглобіну та загального білка в крові та сироватці (104,5±5,6) г/л та (54,1±5,4) г/л відповідно.

Наявність плеврального дренажу на час знаходження у 24 постраждалих, причому в 11 пацієнтів дренажі не функціонували. До початку оперативних втручань встановлено та перевстановлено плевральні дренажі 41 пацієнту. Насичення гемоглобіну киснем (SpO₂) у 207 пацієнтів ≥ 95%, у 13 < 90%, у 6 < 95% але більше 90%.

Пацієнтам проводили такі методики анестезії:

- спінальну анестезію на рівні L3-L4 0,5% розчинном бупівакаїну у дозі 10-15 мг;
- Внутрішньовенна анестезія без ШВЛ: пропофол 1-2 мг/кг або дексметомідин 1 мг/кг (підтримуюча доза 0,5 мг/годину) + фентаніл 1-3 мкг/кг/год;
- Інгаляційна анестезія з ШВЛ: індукція внутрішньовенно пропофолом (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;
- Тотальна внутрішньовенна анестезія (ТВА1). Індукція внутрішньовенно пропофолом (2 мг/кг або тіопенталом натрію 6-8 мг/кг), підтримка

пропофолом 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 70 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 56 мг/кг/30 хв.), підтримка натрію оксибутират 0,5 мг/кг/хв., аналгезія кетамін 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; до 20 балів технології (в) та (г) з ШВЛ; до 29 балів методику анестезії, описану в пункті (д); понад 30 балів методика 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 аналгезії, що забезпечує адекватний антиноцицептивний захист [7, 8].

Виконано операції на кінцівках – 155; головному мозку – 29; спинному мозку – 3; лапаротомія – 46; торакотомія – 43. Тривалість операцій у середньо-

му становила (188,0±3,7) хв., лише у 15 пацієнтів менше 1 години.

Об'єм крововтрати в операційній у середньому становив (647±52) мл. Однак у 8 постраждалих крововтрата перевищувала 2 літри, у 13 – більше 1 літра, у 196 пацієнтів менше 1 літра. Об'єм інфузійно-трансфузійної терапії в операційній в середньому становив (3687±328) мл. 28 потерпілим переливали препарати крові. Діурез у середньому становив (352±78) мл.

Стандартний моніторинг при надходженні та на етапах анестезії включав неінвазивний моніторинг артеріального тиску (АТ систолічний, діастолічний, пульсовий, середній), сатурація крові (SpO₂), ЕКГ, апаратом ABL 835 вимірювали параметри кислотно-лужного стану, лактату, парціальний тиск кисню та вуглекислого газу [9].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за допомогою програми «STATISTICA 10», дані представлені у вигляді середнього арифметичного (M) та стандартного відхилення ±(SD) з урахуванням оцінки за t-критерієм Стьюдента. При проведенні аналізу у всіх випадках критичний рівень значимості прийнятий рівним менше 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 25 постраждалих систолічний артеріальний тиск був меншим за 90 мм рт.ст., що вимагало застосування симпатоміметиків та інфузійної терапії кристалоїдами та колоїдами. Протягом операції у 42 пацієнтів продовжували застосовувати симпатоміметики. Норадреналін був застосований у 37 хворих в дозі від 0,1 до 0,4 мкг/кг/хв. Мезатон – у 5 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.

Таблиця 1. Показання артеріального тиску (систолічного, діастолічного, пульсового, середнього) частоти серцевих скорочень на етапах лікування (M±SD), n=226

Етап/показник	При надходженні	На операційному столі	Кінець операції
АТ сист., мм рт.ст.	123,1±11,9	113,1±12,4 (P>0,05)	123,6±15,3 (P ₁ >0,05)
АТ діаст., мм рт.ст.	76,2±2,6	69,2±8,6(P>0,05)	73,7±6,6 (P ₁ >0,05)
ПТ, мм рт.ст.	46,9±2,1	44,9±6,1(P>0,05)	49,9±4,5 (P ₁ >0,05)
СрАТ, мм рт.ст.	91,8±6,2	83,8±7,2P>0,05)	90,3±8,7 (P ₁ >0,05)
ЧСС, хв ⁻¹	87,6±3,4	87,6±3,4(P>0,05)	85,4±3,9 (P ₁ >0,05)

Примітки: P – різниця недостовірна (>0,05) в порівнянні з етапом надходження, P₁ – 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±SD), n=130

Етап/показник	Вихідний показник на операційному столі	Операція	Закінчення операції
pH	7,321±0,003	7,238±0,004 ***	7,197±0,005 ***
HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	20,8± 0,8	23,4± 0,7 *	26,4± 0,5 ***
BE, ммоль/л	(-)5,3±0,1	(-)6,1±0,2 ***	(-)7,6±0,2 ***
Лактат, ммоль/л	5,2±0,2	4,1±0,1***	4,7±0,3
PaCO ₂ , мм рт.ст.	54,7± 1,5	50,4±1,5 *	50,8±2,0
PaO ₂ , мм рт.ст.	174,8±8,2	219,5±10,9 ***	255,8±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.

У 130 пацієнтів вивчено окремі показники кислотно-лужного стану, лактату та парціального тиску вуглекислого газу та кисню в крові. При оцінці за шкалою ГКО 20-29 балів застосовували методику ТВА з використанням оксиду натрію з фентанілом, при оцінці вище 30 балів анестезію проводили натрію оксидурилатом 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 перевищував нормальні значення, а також підвищення концентрації лактату.

На етапі операції явища метаболічного ацидозу наростали, про що свідчило достовірне підвищення показника BE. Зберігалися дихальний ацидоз та парціальний тиск кисню перевищував нормальні значення. Концентрація лактату в крові достовірно зменшилася, у середньому на 21 %, але в середньому становила (4,1±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 5 годин, переважають чоловіки молодого віку.

Попередній аналіз даних вказує на наявність тяжких ушкоджень, що супроводжується шоком у 18,6 % постраждалих від вибухової травми, що узгоджується з даними Гур'єва С.О. із співавт., отриманими у 2015 році, 18,81 % [5].

Єдиною клінічною причиною підвищення парціального тиску кисню в артеріальній крові слід, ймовірно, вважати високу фракцію кисню у суміші, що вдихається [10].

ВИСНОВКИ

1. Технологію анестезії слід вибирати з урахуванням впливу препаратів на гемодинаміку та бальної оцінки тяжкості потерпілих від вибухової травми, використовуючи шкалу ГКО.
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 потребує подальшого лікування у відділенні інтенсивної терапії.

Це дослідження було проведено відповідно до Гельсінської декларації та затверджено місцевим комітетом з етики досліджень (Витяг з протоколу №186 засідання лікарської етичної комісії КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР від 01.09.2023 р.).

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

Це дослідження було проведено відповідно до Гельсінської декларації та затверджено місцевим комітетом з етики досліджень /

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the local research ethics committee.

Надійшло до редакції / Received: .2023

Після доопрацювання / Revised: .2023

Прийнято до друку / Accepted: .2023

Опубліковано онлайн / Published online: .2023

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Wolf S.J., Bebartha V.S., Bonnett C.J. et al. *Blast injuries.* *Lancet.* 2009; 374: 405-415/ DOI: 10.1016/S0140-6736(09) 60257-9.
3. Plurad D.S. *Blast injury.* *Mil.Med.* 2011; 176(3): 276-282. Doi: 10.7205/milmed-d-10-00147.
4. 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
5. Гур'єв С.О., Кравцов Д.І., Казачков В.С., Ордатій А.В. *Міно-вибухова травма внаслідок сучасних бойових дій на прикладі антитерористичної операції на сході України. Повідомлення 1. Клініко-епідеміологічна характеристика постраждалих із міно-ви-*

- буховою травмою на ранньому госпітальному етапі надання медичної допомоги. *Травма.2015.-Том 16.-№6.-С.5-8;*
6. Гурь'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*
 7. Усенко Л.В., Шифрин Г.А. Концепція антиноцицептивного об'єднання. К.: Здоров'я.-1993.-192 с.;
 8. Хижняк А.А. Концентрація оксибутирата натрія при наркозе в умовах хірургічної кровопотере: Дис...канд.мед.наук:14.0037.-Харьков.-1979.-123 с.
 9. Klein A.A., Meek T., Allcock E., Cook T., Msncher N., Morris C., Young P. *Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery. 2021.Anaesthesia. Doi: 10.1111/anae.15501*
 10. Malley W. *Clinical blood gases: assessment and intervention. 2nd ed. Elsevier Saunders.2004.523 pgs.*

GRITSENKO S.N., GAVRILYUK V.P., BRIK B.A.

BLAST INJURY. ANESTHESIA AND INTRAOPERATIVE INTENSIVE CARE AT THE EARLY HOSPITAL STAGE (ADVANCE NOTICE)

Summary. Explosive injury is a combat multifactorial injury that occurs as a result of the combined damaging effect on the human body of a shock wave, gas jets, fire, toxic products of explosion and combustion, ammunition casing fragments, secondary projectiles. The hostilities taking place in Ukraine present many questions to anesthesiologists regarding the provision of medical care to victims of blast injuries. This type of injury is often associated with damage to 2-4 anatomical sites and sometimes more. Moreover, most of the hospital care is provided in civilian hospitals located close to fighting.

The aim of study. The choice of anesthesia technology and intraoperative intensive therapy in victims of explosive trauma depending on the severity of the explosive trauma and the condition of the patients.

Material and method. During the period March-December 2022, 226 (195 men, 31 women) patients of explosive injuries were admitted to the Zaporizhzhya Regional Clinical Hospital and assessed according to the GKO scale (standardized system for assessing the severity of injuries and the condition of patients).

The results. Before the operation, there was normotension and moderate tachycardia. However, in 25 patients, the systolic blood pressure was less than 90 mm Hg, which required the use of sympathomimetics and infusion therapy with crystalloids and colloids. During the operation, sympathomimetics continued to be used in 42 patients. Norepinephrine was used in 37 patients in a dose of 0.1 to 0.4 µg/kg/min. Phenylephrine – in 5 patients in bolus doses of 20-100 µg.

The indicators of systolic, diastolic, pulse, mean arterial pressure and heart rate at the stage of completion of the operation did not differ significantly from the initial ones. Before the operation, the patients had subcompensated metabolic and respiratory acidosis, hyperoxemia, and increased lactate concentration.

At the stage of the operation, the phenomenon of metabolic acidosis increased, as evidenced by a significant increase in the BE indicator. Respiratory acidosis and hyperoxemia persisted. The concentration of lactate in the blood decreased significantly, on average by 21 %, but on average was (4.1±0.1) mmol/l.

Conclusion. Assessing the severity of the patients on the GKO scale allows you to choose the anesthesia technology considering the influence of the drugs used for anesthesia on hemodynamics. At the stages of treatment of the patients of the blast trauma, it was possible to maintain normotension. Mixed decompensated acidosis and increased lactate at the end of the operation indicate oxygen debt.

Key words: explosive injury, anesthesia, early hospital stage.

УЧАСТЬ АВТОРІВ В ПІДГОТОВЦІ СТАТТІ:
С.М. ГРИЦЕНКО – дизайн дослідження, збір та аналіз інформації, написання рукопису,
В.П. ГАВРИЛЮК – збір, обробка матеріалів,
Б.А. БРІК – збір, обробка матеріалів.