

## Функціональний стан серцево-судинної системи в поранених з ушкодженнями кінцівок на рівнях медичного забезпечення за даними тетраполярної реографії

І. П. Хоменко<sup>1,A</sup>, С. О. Король<sup>\*2,B,D</sup>, А. А. Кожокару<sup>2,E</sup>, Б. В. Матвійчук<sup>3,C</sup>, Р. М. Січинава<sup>4,F</sup>

<sup>1</sup>Головне військово-медичне управління, м. Київ, Україна, <sup>2</sup>Українська військово-медична академія, м. Київ, Україна, <sup>3</sup>Військово-медичний клінічний центр професійної патології особового складу, м. Ірпінь, Україна, <sup>4</sup>Український науково-практичний центр ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин Міністерства охорони здоров'я України, м. Київ

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Ступінь незворотних патофізіологічних змін при травматичному шоку не має ранніх клінічних проявів, тому що в 16,7 % випадків виявляють невідповідність анатомічної оцінки тяжкості травми та тяжкості стану поранених, що пов'язано з особливістю компенсаційних можливостей організму, своєчасністю та якістю протишоккових заходів.

**Мета роботи** – на підставі клінічно-статистичного аналізу змін показників функціональних розладів серцево-судинної системи здійснити патофізіологічне обґрунтування загального стану поранених із бойовою травмою кінцівок на рівнях медичного забезпечення.

**Матеріали та методи.** Масив дослідження становили 378 поранених із бойовими травмами кінцівок. Патофізіологічне оцінювання гомеостазу у групах порівняння здійснювали за 14 показниками, що визначені одразу після надходження поранених у протишокову палату за методикою тетраполярної реографії. Для оцінювання тяжкості поранень використали шкалу Admission trauma scale (AdTS).

**Результати.** У поранених із тяжкою та вкрай тяжкою травмою, починаючи з другого рівня медичного забезпечення, при послідовному вживанні протишоккових заходів на етапах медичної евакуації спостерігали позитивну динаміку змін показників стану серцево-судинної системи до легкого ступеня. Під час скорочення етапів спостерігали тенденцію до погіршення загального стану поранених і зниження показників на 41,8–53,6 % до незворотних величин ( $p_a < 0,05$ ). Динамічні зміни показника виразності функціональних розладів серцево-судинної системи підтверджували перевагу схеми послідовної евакуації поранених із тяжкими та вкрай тяжкими травмами. У поранених із нетяжкою травмою скорочення рівнів не призводило до погіршення загального стану, а функціональні розлади мали помірний характер.

**Висновки.** Послідовне надання травматологічної допомоги на рівнях медичного забезпечення шляхом своєчасно виконаних оперативних втручань, вживання протишоккових заходів і збереження резервних сил організму поранених з у край тяжкими та тяжкими бойовими травмами кінцівок (5 і більше балів) дає змогу досягти поступової зміни функціонального стану серцево-судинної системи з важкого ступеня до помірного. Надання допомоги пораненим із нетяжкою травмою (<5 балів) за скороченою схемою не призводить до зниження функціональних показників.

### Ключові слова:

бойова травма кінцівки, тетраполярна реографія, травматичний шок, серця функціональні тести.

Патологія. – 2019. – Т. 16, № 3(47). – С. 373–380

DOI: 10.14739/2310-1237.2019.3.188892

\*E-mail: sergej.korol72@gmail.com

## Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у раненых с повреждениями конечностей на уровнях медицинского обеспечения по данным тетраполярной реографии

И. П. Хоменко, С. А. Король, А. А. Кожокару, Б. В. Матвийчук, Р. М. Сичинава

Степень необратимых патофизиологических изменений при травматическом шоке не имеет ранних клинических проявлений, потому что в 16,7 % случаев наблюдают несоответствие анатомической оценки тяжести травмы и тяжести состояния раненых в связи с особенностью компенсаторных возможностей организма, своевременностью и качеством противошоковых мероприятий.

**Цель работы** – на основе клинико-статистического анализа изменений показателей функциональных расстройств сердечно-сосудистой системы провести патофизиологическое обоснование общего состояния раненых с боевой травмой конечностей на уровнях медицинского обеспечения.

**Материалы и методы.** Массив исследования составили 378 раненых с боевыми травмами конечностей. Патофизиологическую оценку гомеостаза в группах сравнения осуществляли по 14 показателям, определенным сразу после поступления раненых в противошоковую палату по методике тетраполярной реографии. Для оценки тяжести ранений использована шкала Admission trauma scale (AdTS).

**Результаты.** У раненых с тяжелой и крайне тяжелой травмой, начиная со второго уровня медицинского обеспечения, при последовательном проведении противошоковых мероприятий на этапах медицинской эвакуации наблюдали положительную динамику изменений показателей состояния сердечно-сосудистой системы до легкой степени. При сокращении этапов отмечена тенденция к ухудшению общего состояния раненых и снижению показателей на 41,8–53,6 % до необратимых величин ( $p_a < 0,05$ ). Динамические изменения показателя выраженности функциональных расстройств

### Ключевые слова:

боевая травма конечности, тетраполярная реография, травматический шок, сердца функциональные тесты.

Патология. – 2019. – Т. 16, № 3(47). – С. 373–380

сердечно-сосудистой системы подтверждали преимущество схемы последовательной эвакуации раненых с тяжелыми и крайне тяжелыми травмами. У раненых с нетяжелыми травмами сокращение уровней не приводило к ухудшению общего состояния, а функциональные расстройства носили умеренный характер.

**Выводы.** Последовательное оказание травматологической помощи на уровнях медицинского обеспечения за счет своевременно выполненных оперативных вмешательств, проведения противошоковых мероприятий и сохранения резервных сил организма раненых с крайне тяжелыми и тяжелыми боевыми травмами конечностей (5 и более баллов) позволяет достичь постепенного изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы с тяжелой степени до умеренной. Оказание помощи раненым с нетяжелой травмой (<5 баллов) по сокращенной схеме не приводит к снижению функциональных показателей.

**Key words:**  
war-related injuries,  
extremities,  
heart function  
tests, tetrapolar  
rheography,  
traumatic shock.

**Pathologia**  
2019; 16 (3), 373–380

### Functional status of the cardiovascular system in the wounded with limb injuries at the levels of health care according to tetrapolar rheography

I. P. Khomenko, S. O. Korol, A. A. Kozhokaru, B. V. Matviichuk, R. M. Sichinava

The degree of irreversible pathophysiological changes in traumatic shock has no early clinical manifestations, since in 16.7 % of cases the anatomical assessment of the severity of the injury and the severity of the condition of the injured is determined, which is related to the peculiarity of the body compensatory capacity, timeliness and quality of quality of anti-shock measures.

**The aim of the work** is to conduct, on the basis of clinical and statistical analysis of changes in the indicators of functional disorders of the cardiovascular system, a pathophysiological justification of the general condition of the wounded with combat trauma of the extremities at the levels of medical support.

**Materials and methods.** An array of studies consisted of 378 wounded with combat injuries to their extremities. Pathophysiological assessment of homeostasis in the comparison groups was performed according to 14 indicators determined immediately after the admission of the wounded to the anti shock ward by the method of tetrapolar rheography. The Admission trauma scale (AdTS) was used to assess the severity of the injuries.

**Results.** In the wounded with severe and extremely severe trauma, starting from the second level of medical support, during the sequential implementation of countermeasures during the stages of medical evacuation, there was a positive dynamics of changes in the indicators of the cardiovascular system status to a mild degree. With the reduction of stages, there was a tendency to deterioration of the general condition of the wounded and decrease of indicators by 41.8–53.6 % to irreversible values ( $P_a < 0.05$ ). Dynamic changes in the severity of functional disorders of the cardiovascular system confirmed the benefits of a sequential evacuation scheme for the wounded with severe and extremely severe injuries. In patients with mild trauma, reducing the levels did not worsen the general condition, and functional disorders were moderate.

**Conclusions.** Consistent providing of traumatological care to the wounded at the levels of medical support, due to timely performed surgical interventions, carrying out countermeasures and maintaining the reserve forces of the body of the wounded with extremely severe and severe combat injuries of the extremities (5 points or more) allows to achieve a gradual change of the functional state of the cardiovascular system from severe to moderate. Assistance to the injured with a minor trauma (<5 points) under the reduced scheme does not lead to a decrease in functional indicators.

Актуальність теми зумовлена бойовими діями на сході України та проведенням збройними силами Антитерористичної операції та Операції об'єднаних сил (АТО/ООС). За останніми даними, поранення кінцівок становлять 56,7 % випадків і супроводжуються травматичним шоком (ТШ) у 8–10 % поранених [1,2]. Під час діагностики й визначенні ступеня тяжкості ТШ основними є показники загального стану, гемодинаміки та дихання. Відомо, що систолічний артеріальний тиск на початкових стадіях ТШ не показує всієї глибини патологічних процесів і часто не змінюється [3–5]. Ступінь незворотних патофізіологічних змін при ТШ не має ранніх клінічних проявів, бо в 16,7 % випадків виявляють невідповідність анатомічного оцінювання тяжкості травми та тяжкості ТШ, що є показником особливості компенсаторних можливостей організму, своєчасності та якості протишокових заходів на рівнях медичного забезпечення [6–8].

#### Мета роботи

На підставі клінічно-статистичного аналізу змін показників функціональних розладів серцево-судинної

системи здійснити патофізіологічне обґрунтування загального стану поранених із бойовою травмою кінцівок на рівнях медичного забезпечення.

#### Матеріали і методи дослідження

Масив дослідження становили 378 поранених із бойовими травмами кінцівок (БТК), які отримали ушкодження у 2014–2018 рр. під час проведення АТО/ООС. Середній вік поранених – 33,18 ± 4,21 року. Поранених поділи на 3 групи порівняння. Групу 1 становили 162 поранених із БТК, яким медичну допомогу надавали на всіх рівнях, групу 2 – 170 поранених, яким допомогу надавали при скороченні одного рівня, групу 3 – 46 осіб при скороченні двох рівнів. Групи порівняння за віком, статтю, травмогенезом, клінічно-нозологічною структурою, тяжкістю та характером вогнепальних поранень, сегментами кінцівок, що ушкоджені, не відрізнялися ( $p_a > 0,05$ ), а масив дослідження був репрезентативним. У контрольну групу залучені 35 здорових військовослужбовців відповідного віку, в яких показники визначали у стані фізіологічного спокою.

Для оцінювання тяжкості поранень на рівнях медичного забезпечення використана шкала Admission trauma scale (AdTS), що розроблена колективом Української військово-медичної академії. Градація тяжкості поранень: нетяжка (<5 балів), тяжка (5–9 балів) та вкрай тяжка (>9 балів) травма. Особливість методики: універсальність, можливість оцінити тяжкість відкритої та закритої травми, висока статистична вірогідність, чутливість і специфічність за принципом вижив – помер – 89 % [9].

Патофізіологічне оцінювання гомеостазу у групах порівняння здійснювали за 14 показниками, котрі визначали одразу після надходження поранених у протишокову палату за методикою тетропольної реографії. Дослідження виконали при частоті 50 кГц з використанням апарата «ДІАМАНТ-РЕОГРАФ»; прилад NN: 11407. Обчислення результатів здійснювали за програмою ЗАО «Діамант», С.-Петербург, РФ; v.10.05.2011 р. Два паралельно з'єднані електроди накладали на передпліччя, два – на гомілки. Реограму реєстрували на ділянці верхні кінцівки – тулуб – нижні кінцівки. Вихідний електричний базовий опір визначали після попереднього балансування. Інтегральну реографію тіла записували при швидкості 25 мм/с. Точність виміру базового опору між електродами –  $\pm 1,5$  Ом [10].

Під час мінно-вибухових пораненнях (МВП), що супроводжувалися відривами верхніх і нижніх кінцівок, електроди накладали на незмінену шкіру, на дистальні відділи кукси.

У військовослужбовців визначали показники тетрапольної реографії:

1. Частота скорочень серця (ЧСС) – кількість серцевих циклів за одну хвилину.

2. Ударний індекс (УІ) – величина разової продуктивності серця, відношення ударного об'єму лівого шлуночка (УО) до площі поверхні тіла пораненого, мл/м<sup>2</sup>.

3. Серцевий індекс (СІ) – показник, що визначає відношення хвилинного об'єму кровообігу (ХОК) до площі поверхні тіла, є показником продуктивності серця, л/хв/м<sup>2</sup>.

4. Коефіцієнт резерву (КР) – відношення фактичного ХОК до належного для умов спокою. КР оцінює величину недостатності кровообігу та ступінь її підвищення (чи зниження). КР дає змогу оцінювати різні гіпоксичні реакції, резервні й компенсаційні можливості кровообігу, %.

5. Коефіцієнт інтегральної тоничності показує стан артеріального опору судин у цілих числах, прямопорційний системному артеріальному тону, ум. од.

6. Показник стабілізації тону (ПСТ) судин вказує на зміни опору артерій залежно від змін ударного об'єму крові, ум. од.

7. Коефіцієнт дихальних змін ударного об'єму (КДЗ) – величина, яка дає змогу оцінити дихальні зміни ударного об'єму лівого шлуночка, ум. од.

8. Показник напруження дихання (ПНД) характеризує побічні енергетичні витрати на роботу дихання, за його допомогою визначають взаємозв'язок центральної гемодинаміки і зовнішнього дихання, ум. од.

9. Показник гемодинамічного забезпечення (ПГЗ) враховує сукупність факторів, що беруть участь у формуванні взаємопов'язаних змін системного кровообігу та зовнішнього дихання. Показник гемодинамічного забезпечення дає змогу оцінити відповідність рівня кровообігу ступеня дихальної недостатності та киснезабезпечення організму загалом, %.

10. Показник балансу (ПБ) використовується для об'єктивного оцінювання об'єму позаклітинної рідини. Показник балансу показує відношення фактичного об'єму позаклітинної рідини до належної величини її об'єму, ум. од.

11. Показник виразності функціональних розладів серцево-судинної системи (ПВФР) – інтегральний показник комплексного оцінювання тяжкості стану пораненого, ум. од.

Аналіз показників виконали порівняно з контрольною групою та зіставляючи групи на рівнях медичного забезпечення.

## Результати

Під час нетяжкої БТК у поранених груп 1 та 2 при надходженні на другий рівень спостерігали односторонні легкі функціональні розлади серцево-судинної системи (ПВФР =  $6,56 \pm 0,98$  ум. од. у групі 1;  $6,78 \pm 1,03$  ум. од. у групі 2) через незначне (на 12 %) зниження разової продуктивності серця (УІ =  $42,56 \pm 1,28$  мл/м<sup>2</sup> у групі 1;  $43,39 \pm 1,87$  мл/м<sup>2</sup> у групі 2) та зниження на 17 % хвилинної продуктивності серця (СІ =  $3,49 \pm 0,11$  л/хв/м<sup>2</sup> у групі 1;  $3,51 \pm 0,10$  у групі 2) порівняно з контрольною групою ( $p_0 < 0,05$ ). Компенсація функціонального стану в поранених із нетяжкою БТК на другому рівні відбувалась унаслідок підвищення частоти серцевих скорочень на 30 % (ЧСС =  $89,12 \pm 3,59$  уд/хв у групі 1;  $88,94 \pm 3,76$  уд/хв у групі 2) та помірної аритмії (ПСТ =  $1,09 \pm 0,01$  ум. од. у групі 1;  $1,08 \pm 0,01$  ум. од. у групі 2).

На третьому рівні при нетяжкій БТК у групах порівняння визначали легкі функціональні розлади серцево-судинної системи. Їхня особливість – тенденція до нормалізації показника внаслідок підвищення разової продуктивності серця в динаміці у групах порівняння (УІ =  $47,12 \pm 1,87$  мл/м<sup>2</sup> у групі 1;  $44,56 \pm 2,56$  мл/м<sup>2</sup> у групі 2;  $46,29 \pm 2,45$  мл/м<sup>2</sup> у групі 3). У групі 3 визначили вірогідне зниження на 18 % хвилинної продуктивності серця (СІ =  $3,46 \pm 0,24$  л/хв/м<sup>2</sup>) порівняно з контролем ( $p_0 < 0,05$ ). Компенсацію циркуляційних розладів у поранених із нетяжкою БТК на третьому рівні спостерігали внаслідок підвищення на 22 % частоти серцевих скорочень (ЧСС =  $82,44 \pm 3,55$  уд/хв у групі 1;  $90,34 \pm 3,79$  уд/хв у групі 2;  $83,36 \pm 4,04$  уд/хв у групі 3) та помірної аритмії у групах 2 і 3 (ПСТ =  $1,09 \pm 0,01$  ум. од.).

На четвертому рівні особливістю групи 3 слід вважати помірне підвищення на 22 % частоти серцевих скорочень (ЧСС =  $82,11 \pm 2,01$  уд/хв) і збереження помірної аритмії (ПСТ =  $1,09 \pm 0,01$  ум. од.) на тлі підвищення на 14 % показників зовнішнього дихання (ЧД =  $18,03 \pm 0,99$  уд/хв; ПНД =  $19,65 \pm 0,87$  ум. од.)

Отже, в поранених із нетяжкою БТК за сприятливого прогнозу виживання помірно порушення гемодинаміки, що спостерігали на другому рівні,

характеризувалися нормалізацією кровообігу на третьому. Аналіз наведених змін показників гомеостазу доводить можливість скорочення етапів під час надання медичної допомоги пораненим із вогнепальними ушкодженнями кисті та стопи для якнайшвидшого спеціалізованого лікування у клініках реконструктивно-відновної хірургії четвертого рівня.

Під час надходження поранених із тяжкою БТК на другий рівень у групах порівняння функціональний стан серцево-судинної системи був тяжким (ПВФР =  $5,19 \pm 0,63$  ум. од. у групі 1;  $5,21 \pm 0,69$  ум. од. у групі 2) унаслідок помірного зниження на 32 % разової продуктивності серця ( $УІ = 32,15 \pm 3,56$  мл/м<sup>2</sup> у групі 1;  $33,18 \pm 4,22$  мл/м<sup>2</sup> у групі 2), зниження на 23 % хвилинної продуктивності серця ( $СІ = 3,25 \pm 0,11$  л/хв/м<sup>2</sup> у групі 1;  $3,21 \pm 0,13$  у групі 2) та вираженої недостатності зовнішнього дихання (у групі 1 ЧД =  $20,89 \pm 0,72$ /хв; КДЗ =  $1,54 \pm 0,06$  ум. од.; ПНД =  $32,17 \pm 2,10$  ум. од.; у групі 2 ЧД =  $22,59 \pm 0,79$ /хв; КДЗ =  $1,51 \pm 0,07$  ум. од.; ПНД =  $34,10 \pm 2,17$  ум. од.) ( $p_a < 0,05$ ). Компенсацію функціональних розладів у поранених із тяжкою БТК на другому рівні досягнуто шляхом підвищення на 60 % частоти серцевих скорочень ( $108,07 \pm 3,11$  уд/хв у групі 1;  $109,12 \pm 4,02$  уд/хв у групі 2) та помірної аритмії (ПСТ =  $1,11 \pm 0,01$  ум. од.).

У поранених із тяжкою БТК у групах 1 і 2 визначили помірну централізацію кровообігу на тлі гіпотонії (КІТ =  $79,77 \pm 1,91$  ум. од.; систолічний АТ =  $82,75 \pm 1,71$  мм рт. ст.; КІТ =  $80,14 \pm 2,03$  ум. од.; систолічний АТ =  $83,70 \pm 1,82$  мм рт. ст. відповідно).

На третьому рівні при тяжкій БТК у групах порівняння спостерігали суттєві функціональні розлади серцево-судинної системи (ПВФР =  $5,36 \pm 0,27$  ум. од. у групі 1;  $4,89 \pm 1,03$  ум. од. у групі 2;  $3,12 \pm 1,09$  ум. од. у групі 3). Встановили тенденцію до збільшення названого показника у групі 1 унаслідок зміни разової та хвилинної продуктивності серця ( $УІ = 38,73 \pm 1,87$  мл/м<sup>2</sup>;  $СІ = 3,96 \pm 0,12$  л/хв/м<sup>2</sup>) у динаміці.

У поранених зі тяжкою БТК у групі 3 під час надходження на третій рівень встановили значущі функціональні розлади внаслідок зниження разової та хвилинної продуктивності серця з розвитком надалі недостатності кровообігу ( $УІ = 22,96 \pm 3,42$  мл/м<sup>2</sup>; ХОК =  $4,67 \pm 0,73$  л/хв;  $СІ = 2,16 \pm 0,15$  л/хв/м<sup>2</sup>; КР =  $76,17 \pm 6,05$  %) і дисгідрозу на тлі недостатньо корегованої крововтрати (ПБ =  $0,85 \pm 0,04$  ум. од.).

У групах порівняння спостерігали помірне напруження зовнішнього дихання порівняно з контрольною групою ( $p_a < 0,05$ ).

Встановили, що компенсація функціонального стану серцево-судинної системи у поранених із тяжкою БТК у групах 1 і 2 забезпечувалася шляхом підвищення на 28,02 % частоти серцевих скорочень ( $86,89 \pm 2,02$  уд/хв у групі 1,  $85,89 \pm 2,23$  уд/хв у групі 2), помірної аритмії серця (ПСТ =  $1,10 \pm 0,01$  ум. од. у групі 1; ПСТ =  $1,12 \pm 0,01$  ум. од. у групі 2). У групах порівняння 1 і 2 визначили помірну централізацію кровообігу на тлі гіпотонії (КІТ =  $77,13 \pm 1,84$  ум. од.; систолічний АТ =  $108,72 \pm 2,01$  мм рт. ст.; КІТ =  $79,89 \pm 2,44$  ум. од.; систолічний АТ =  $98,59 \pm 2,91$  мм рт. ст. відповідно).

У групі 3 в поранених із тяжкими БТК спостерігали підвищення на 61,57 % частоти серцевих скорочень

( $108,40 \pm 3,12$  уд/хв) порівняно з контрольною групою, але це не призводило до компенсації функціональних розладів. У поранених із БТК, які померли, коефіцієнт інтегральної тоничності та систолічний артеріальний тиск характеризували односпрямовані зміни в бік гіпотонії (КІТ =  $72,13 \pm 2,55$  ум. од.; систолічний АТ =  $95,62 \pm 3,61$  мм рт. ст.).

У групі 3 комплексні показники тяжкості травми та тяжкості стану поранених із тяжкою БТК на третьому рівні в динаміці травматичної хвороби характеризували зміну тяжкості травми на край тяжку з несприятливим прогнозом у 3 поранених, які померли. Вони доставлені з поля бою на третій рівень: 2 поранених із тяжкими поєднаними вогнепальними пораненнями стегна з багатуламковими вогнепальними переломами стегнової кістки, 1 – із тяжкими поєднаними МВП і відривом стопи. Головна причина смерті поранених – незворотний декомпенсований ТШ.

Встановили, що на четвертому рівні при тяжкій БТК у групах 1 і 2 спостерігали легкі функціональні розлади серцево-судинної системи з тенденцією до нормалізації (ПВФР =  $7,73 \pm 0,23$  ум. од. та  $7,56 \pm 0,27$  ум. од. відповідно). Відзначили підвищення цього показника у групах 1 і 2 внаслідок нормалізації разової продуктивності серця на тлі підвищення ХОК у динаміці травматичної хвороби.

У поранених із тяжкою БТК під час надходження на четвертий рівень у групі 3 визначили суттєві негативні зміни показників функціонального стану серцево-судинної системи внаслідок зниження разової та хвилинної продуктивності з прогресуванням надалі недостатності кровообігу в поранених, які померли (група 3 поранені, які вижили,  $УІ = 34,53 \pm 4,05$  мл/м<sup>2</sup>;  $СІ = 3,56 \pm 0,24$  л/хв/м<sup>2</sup>; група 3 поранені, які померли,  $УІ = 18,96 \pm 4,11$  мл/м<sup>2</sup>;  $СІ = 2,05 \pm 0,25$  л/хв/м<sup>2</sup>; ХОК =  $4,59 \pm 0,23$  л/хв; КР =  $81,14 \pm 4,66$  %) та дисгідрозу в поранених, які померли, на тлі недостатньо корегованої крововтрати (ПБ =  $0,81 \pm 0,05$  ум. од.).

У групах 1 і 2 визначили помірне напруження системи зовнішнього дихання. У групі 3 встановили виражене напруження системи зовнішнього дихання (в поранених, які вижили, ЧД =  $23,71 \pm 0,84$ /хв; КДЗ =  $1,38 \pm 0,08$  ум. од.; ПНД =  $32,71 \pm 1,31$  ум. од.; у поранених, які померли, ЧД =  $22,21 \pm 1,68$ /хв; КДЗ =  $1,49 \pm 0,10$  ум. од.; ПНД =  $33,08 \pm 2,27$  ум. од.) порівняно з контрольною групою ( $p_a < 0,05$ ).

Визначили, що компенсація функціональних розладів у поранених із тяжкою БТК у групах 1 і 2 відбувалася внаслідок помірного підвищення на 14,32 % частоти серцевих скорочень ( $76,70 \pm 2,47$  уд/хв у групі 1;  $79,13 \pm 2,07$  уд/хв у групі 2), помірної аритмії серця (ПСТ =  $1,14 \pm 0,01$  ум. од. у групі 1;  $1,15 \pm 0,01$  ум. од. у групі 2).

Компенсацію функціональних розладів у поранених, які вижили, з тяжкою БТК у групі 3 спостерігали внаслідок підвищення на 47,49 % частоти серцевих скорочень ( $98,95 \pm 2,02$  уд/хв), помірної аритмії серця (ПСТ =  $1,10 \pm 0,01$  ум. од.).

У групі 3 в поранених, які померли, з тяжкими БТК підвищення на 61,57 % частоти серцевих скорочень ( $110,52 \pm 4,81$  уд/хв) не призводило до компенсації функціональних розладів. У померлих поранених із

**Таблиця 1.** Результати порівняльного аналізу показників функціонального стану серцево-судинної системи в поранених із украй тяжкою травмою

Показники гомеостазу, одиниці вимірювання	Контрольна група у спокої	Поранені з украй тяжкою бойовою травмою кінцівок на рівнях медичного забезпечення							
		Група 1 рівень 2	Група 2 рівень 2	Група 1 рівень 3	Група 2 рівень 3	Група 3 рівень 3	Група 1 рівень 4	Група 2 рівень 4, живі	Група 2 рівень 4, померлі
Ударний індекс, мл/м <sup>2</sup>	48,48 ± 3,14	26,08 ± 1,37**	27,25 ± 1,54**	31,97 ± 1,95*	30,13 ± 1,47**	22,44 ± 1,99**	19,44 ± 1,78**	40,06 ± 1,54*	17,44 ± 1,76**
Хвилинний об'єм кровообігу, л/хв	6,41 ± 0,04	5,37 ± 0,25**	5,42 ± 0,34**	5,58 ± 0,37*	5,24 ± 0,29*	3,68 ± 0,74**	3,34 ± 0,69**	5,97 ± 0,50	2,99 ± 0,41**
Серцевий індекс, л/хв/м <sup>2</sup>	4,22 ± 0,03	2,64 ± 0,21**	2,73 ± 0,24**	3,24 ± 0,23*	2,81 ± 0,24**	1,74 ± 0,36**	1,64 ± 0,29**	3,54 ± 0,22*	1,25 ± 0,33**
Частота серцевих скорочень, уд/хв	67,09 ± 6,02	117,42 ± 3,15**	120,08 ± 3,84**	90,17 ± 3,65**	91,46 ± 3,54**	112,01 ± 9,81**	108,86 ± 8,43**	83,49 ± 2,96*	107,91 ± 9,11**
Коефіцієнт резерву, %	104,12 ± 4,16	92,72 ± 5,11*	94,47 ± 4,85*	85,05 ± 6,04*	91,11 ± 6,98*	69,09 ± 7,04**	70,63 ± 6,67**	97,17 ± 7,31	67,21 ± 4,22**
Частота дихання, /хв	15,33 ± 1,00	22,53 ± 1,02**	22,53 ± 1,16**	24,39 ± 1,24*	22,20 ± 1,18*	21,01 ± 3,22**	21,64 ± 2,85**	22,56 ± 1,09	21,97 ± 2,03**
Коефіцієнт дихальних змін, ум. од.	1,12 ± 0,04	1,56 ± 0,04**	1,54 ± 0,05**	1,32 ± 0,05	1,58 ± 0,04**	1,97 ± 0,15**	1,86 ± 0,13**	1,45 ± 0,04*	1,94 ± 0,15**
Показник напруження дихання, ум. од.	17,17 ± 0,61	35,14 ± 2,16**	34,69 ± 2,41**	32,19 ± 2,35**	35,07 ± 2,17**	41,38 ± 5,29**	40,24 ± 4,12**	32,71 ± 2,95**	41,98 ± 4,19**
Показник гемодинамічного забезпечення, %	117,52 ± 5,12	51,14 ± 3,82**	52,78 ± 4,83**	51,20 ± 5,34**	50,35 ± 6,73**	32,36 ± 5,27**	34,02 ± 5,78**	58,54 ± 4,74**	31,03 ± 6,18**
Коефіцієнт інтегральної тонічності, ум. од.	74,17 ± 5,17	76,19 ± 2,35	75,86 ± 2,11	77,31 ± 1,98	74,12 ± 1,87	69,13 ± 3,21	64,88 ± 2,96*	75,11 ± 2,13	64,76 ± 2,51*
Показник стабілізації тону, ум. од.	1,01 ± 0,02	1,05 ± 0,01*	1,06 ± 0,01*	1,09 ± 0,01**	1,06 ± 0,01*	0,98 ± 0,01	0,91 ± 0,01**	1,09 ± 0,02*	0,85 ± 0,01**
Показник балансу, ум. од.	1,05 ± 0,05	0,92 ± 0,04*	0,89 ± 0,05*	1,01 ± 0,05	0,87 ± 0,04*	0,76 ± 0,08**	0,82 ± 0,09*	1,09 ± 0,04	0,61 ± 0,09**
Показник виразності функціональних розладів, ум. од.	8,23 ± 0,27	2,54 ± 0,12**	2,61 ± 0,20**	3,17 ± 0,18**	2,43 ± 0,18**	1,32 ± 0,15**	1,47 ± 0,16**	4,96 ± 0,54**	1,45 ± 0,26**

\*: різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою ( $p_a < 0,05$ ); \*\*: різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою ( $p_a < 0,01$ ).

БТК коефіцієнт інтегральної тонічності та систолічний артеріальний тиск характеризували односпрямовані зміни в бік гіпотонії (KIT = 72,70 ± 2,21 ум. од.; систолічний АТ = 79,20 ± 7,49 мм рт. ст.).

У групі порівняння 3 із 16 поранених із тяжкою БТК у трьох комплексні показники тяжкості травми на четвертому рівні в динаміці травматичної хвороби характеризували зміну тяжкості травми на край тяжку зі зміною прогнозу виживання на несприятливий. Таку тенденцію спостерігали до смерті поранених. Головною причиною смерті у 2 поранених із вогнепальними переломами стегнової кістки була жирова емболія, в 1 особи з вогнепальними переломами кісток гомілки – тромбоемболія легеневої артерії.

Отже, в поранених із тяжкою БТК під час надходження на другий рівень функціональний стан серцево-судинної системи був тяжким. Після надання медичної допомоги на другому та третьому рівнях і надходження на четвертий у групі 1 відбувалася поступова нормалізація цих показників, у групі 2 – зміна на помірні, у групі 3 – патофізіологічні показники залишались тяжкими, у 6 випадках із тенденцією до край тяжких і незворотних.

Під час надходження на другий рівень у поранених із край тяжкою БТК у групах порівняння спостерігали край тяжкі функціональні розлади серцево-судинної системи (ПВФР = 2,54 ± 0,12 ум. од. у групі 1; 2,61 ± 0,20

ум. од. у групі 2) внаслідок зниження на 43,80 % разової продуктивності серця (УІ = 26,08 ± 1,37 мл/м<sup>2</sup> у групі 1; 27,25 ± 1,54 мл/м<sup>2</sup> у групі 2), зниження на 35,31 % хвилинної продуктивності серця (ХОК = 5,25 ± 0,25 л/хв; СІ = 2,64 ± 0,21 л/хв/м<sup>2</sup> у групі 1 та ХОК = 5,42 ± 0,34 л/хв; СІ = 2,73 ± 0,24 у групі 2) з розвитком вираженої недостатності кровообігу та зовнішнього дихання (у групі 1 ЧД = 22,53 ± 1,02/хв; КДЗ = 1,56 ± 0,04 ум. од.; ПНД = 35,14 ± 2,16 ум. од.; у групі 2 ЧД = 22,53 ± 1,16/хв; КДЗ = 1,54 ± 0,05 ум. од.; ПНД = 34,69 ± 2,41 ум. од.) порівняно з контрольною групою ( $p_a < 0,01$ ). Компенсація функції серцево-судинної системи в поранених із край тяжкою БТК наставала внаслідок підвищення на 60 % частоти серцевих скорочень (117,42 ± 3,15 уд/хв у групі 1 та 120,08 ± 3,84 уд/хв у групі 2) (табл. 1).

У поранених з край тяжкою БТК у групах 1 і 2 встановлена помірна централізація кровообігу на тлі гіпотонії (KIT = 76,19 ± 2,35 ум. од.; систолічний АТ = 58,22 ± 2,78 мм рт. ст. та KIT = 75,86 ± 2,11 ум. од.; систолічний АТ = 59,37 ± 2,97 мм рт. ст. відповідно). Показник балансу характеризував дисгідроз на тлі недостатньо корегованої крововтрати у групах 1 і 2 (0,92 ± 0,04 ум. од. та 0,89 ± 0,05 ум. од. відповідно).

На третьому рівні у групах порівняння спостерігали край тяжкий функціональний стан серцево-судинної системи (ПВФР = 3,17 ± 0,18 ум. од. у групі 1; 2,43 ± 0,18 ум. од. у групі 2; 1,32 ± 0,15 ум. од. у групі 3).

Особливістю слід вважати тенденцію до підвищення цього показника у групах 1 і 2 внаслідок зміни разової та хвилинної продуктивності серця на тлі збереження помірно недостатності кровообігу в динаміці (у групі 1  $UI = 31,97 \pm 1,95$  мл/м<sup>2</sup>; ХОК =  $5,58 \pm 0,37$  л/хв, CI =  $3,24 \pm 0,23$  л/хв/м<sup>2</sup>; КР =  $85,05 \pm 6,04$  %; у групі 2  $UI = 30,13 \pm 1,47$  мл/м<sup>2</sup>; ХОК =  $5,24 \pm 0,29$  л/хв, CI =  $2,81 \pm 0,24$  л/хв/м<sup>2</sup>; КР =  $91,11 \pm 6,98$  %).

У поранених із украї тяжкою БТК у групі 3 під час надходження на цьому етапі визначили суттєві зміни функціонального стану серцево-судинної системи внаслідок зниження разової та хвилинної продуктивності серця ( $UI = 22,44 \pm 1,99$  мл/м<sup>2</sup>; ХОК =  $3,68 \pm 0,74$  л/хв; CI =  $1,74 \pm 0,36$  л/хв/м<sup>2</sup>) із розвитком критичної недостатності кровообігу (КР =  $69,09 \pm 7,04$  %) та дисгідрозу на тлі недостатньо корегованої крововтрати (ПБ =  $0,76 \pm 0,08$  ум. од.).

На третьому рівні визначили помірне напруження зовнішнього дихання у групі 1, виражене – у групах 2 і 3 (ЧД =  $22,20 \pm 1,18$ /хв; КДЗ =  $1,58 \pm 0,04$  ум. од.; ПНД =  $35,07 \pm 2,17$  ум. од. та ЧД =  $21,01 \pm 3,22$ /хв; КДЗ =  $1,97 \pm 0,15$  ум. од.; ПНД =  $41,38 \pm 5,29$  ум. од. відповідно) порівняно з контрольною групою ( $p < 0,05$ ).

Компенсація функціональних розладів у поранених із украї тяжкою БТК у групах 1 і 2 наставала внаслідок підвищення на 34,4 % частоти серцевих скорочень ( $90,17 \pm 3,65$  уд/хв у групі 1;  $91,46 \pm 3,54$  уд/хв у групі 2), помірно аритмії серця у групі 1 (ПСТ =  $1,09 \pm 0,01$  ум. од.). У групі порівняння 1 визначили помірну централізацію кровообігу на тлі гіпертонії (КІТ =  $77,31 \pm 1,98$  ум. од.; систолічний АТ =  $133,52 \pm 4,37$  мм рт. ст.), у групі 2 – на тлі гіпотонії (КІТ =  $79,89 \pm 2,44$  ум. од.; систолічний АТ =  $98,59 \pm 2,91$  мм рт. ст.).

У групі 3 в поранених з украї тяжкими БТК збільшення частоти серцевих скорочень в 1,5 раза ( $112,01 \pm 9,81$  уд/хв) не призводило до компенсації функції серцево-судинної системи. У поранених із БТК, які померли, коефіцієнт інтегральної тоничності та систолічний артеріальний тиск характеризували односпрямовані зміни в бік гіпотонії з наступним колапсом артеріального тону (КІТ =  $69,13 \pm 3,21$  ум. од.; систолічний АТ =  $57,03 \pm 4,17$  мм рт. ст.).

На цьому етапі у групі 3 комплексні показники тяжкості травми та стану поранених із украї тяжкою БТК у динаміці травматичної хвороби характеризували тяжкість травми як украї тяжку з несприятливим прогнозом для життя. У зв'язку з цим 3 поранених із украї тяжкими ушкодженнями стегна та голілки померли від незворотного декомпенсованого ТШ.

На четвертому рівні в поранених із украї тяжкою БТК, які померли, у групах 1 та 2 спостерігали вкрай тяжкий функціональний стан серцево-судинної системи (ПВФР =  $1,47 \pm 0,16$  ум. од. та  $1,45 \pm 0,26$  ум. од. відповідно). Визначили зниження цього показника внаслідок незворотного падіння разової та хвилинної продуктивності серця та розвитку вираженої недостатності кровообігу (у групі 1  $UI = 19,44 \pm 1,78$  мл/м<sup>2</sup>; CI =  $1,64 \pm 0,29$  л/хв/м<sup>2</sup>; ХОК =  $3,34 \pm 0,69$  л/хв; КР =  $70,63 \pm 6,67$  %; у групі 2  $UI = 17,44 \pm 1,76$  мл/м<sup>2</sup>; CI =  $1,25 \pm 0,33$  л/хв/м<sup>2</sup>; ХОК =  $2,99 \pm 0,41$  л/хв; КР =  $67,21 \pm 4,22$  %) та ознак дисгідрозу на тлі недостат-

ньо корегованої крововтрати (у групі 1 ПБ =  $0,82 \pm 0,09$  ум. од. та у групі 2 ПБ =  $0,61 \pm 0,09$  ум. од.).

У групах 1 і 2 в поранених, які померли, визначали критичне напруження системи зовнішнього дихання (ЧД =  $21,64 \pm 2,85$ /хв; КДЗ =  $1,86 \pm 0,13$  ум. од.; ПНД =  $40,24 \pm 4,12$  ум. од. та ЧД =  $21,97 \pm 2,03$ /хв; КДЗ =  $1,94 \pm 0,15$  ум. од.; ПНД =  $41,98 \pm 4,19$  ум. од. відповідно) порівняно з контрольною групою ( $p < 0,05$ ).

У померлих з украї тяжкою БТК підвищення на 62,26 % частоти серцевих скорочень у групі 1 та на 60,84 % у групі 2 ( $108,86 \pm 8,43$  уд/хв та  $107,91 \pm 9,11$  уд/хв відповідно) порівняно з контрольною групою не призводило до компенсації функціональних розладів. У поранених із вкрай тяжкою БТК, які померли, коефіцієнт інтегральної тоничності та систолічний артеріальний тиск характеризували односпрямовані зміни в бік гіпотонії та наступного колапсу артеріального тону (у групі 1 КІТ =  $64,88 \pm 2,96$  ум. од.; систолічний АТ =  $58,19 \pm 2,54$  мм рт. ст. та у групі 2 КІТ =  $64,76 \pm 2,51$  ум. од.; систолічний АТ =  $61,07 \pm 3,95$  мм рт. ст.).

У поранених з украї тяжкою БТК, які вижили, у групі 2 під час надходження на четвертий рівень визначили помірні зміни показників функціонального стану внаслідок зниження разової продуктивності серця ( $UI = 40,06 \pm 1,54$  мл/м<sup>2</sup>). Спостерігали також помірне напруження системи зовнішнього дихання (ЧД =  $22,56 \pm 1,09$ /хв; КДЗ =  $1,45 \pm 0,04$  ум. од.; ПНД =  $32,71 \pm 2,95$  ум. од.). Компенсація функціонального стану в поранених, які вижили, у групі 2 відбувалась унаслідок помірного підвищення на 24,44 % частоти серцевих скорочень ( $83,49 \pm 2,96$  уд/хв), помірно аритмії серця (ПСТ =  $1,09 \pm 0,02$  ум. од.).

У групі порівняння 1 померли четверо поранених із вкрай тяжкою БТК: 3 поранених із поєднаними ушкодженнями стегна з вогнепальними переломами стегнової кістки та відривами кінцівки з украї тяжкою травмою, 1 особа – внаслідок украї тяжкого ізолюваного МВП голілки. Головна причина смерті – поліорганна недостатність.

У групі порівняння 2 з 13 поранених із вкрай тяжкою БТК померли четверо. Головною причиною смерті у 2 поранених із вкрай тяжкими поєднаними ушкодженнями стегна була поліорганна недостатність, в 1 – тромбоемболія легеневої артерії, в 1 особи – жирової емболії. У 9 поранених украї тяжка травма з декомпенсованим зворотним ТШ у динаміці змінила прогноз перебігу травматичної хвороби з сумнівного на сприятливий.

## Обговорення

Здійснені дослідження, що присвячені розв'язанню проблеми патофізіологічного обґрунтування стану поранених на рівнях медичного забезпечення. Для розв'язання проблеми з позиції доказової медицини проаналізували показники функціонального стану серцево-судинної системи на всіх рівнях медичного забезпечення залежно від тяжкості БТК.

На початку проведення АТО/ООС була невизначеність категорій поранених, яких можна евакуювати на наступний рівень без погіршення загального стану за скороченою схемою, а яким необхідно надавати медичну допомогу послідовно з поетапним вживанням

протишокових заходів і хірургічною тактикою контролю ушкоджень «damage control». Дехто з авторів рекомендували проходити всі рівні послідовно [11, 12]. Але тоді втрачався час на реконструкцію таких анатомо-функціональних структур, як кисть і стопа, що призводило до погіршення функціональних результатів лікування поранених. Інші дослідники вважали, що необхідно одразу доставляти поранених на четвертий рівень медичного забезпечення [13]. Результатом такого підходу на початку АТО був високий рівень летальності серед поранених – 19,6 %.

Протягом досліджень доведено, що в поранених із тяжкою та вкрай тяжкою БТК, починаючи з другого рівня медичного забезпечення при послідовному проведенні протишокових заходів на етапах медичної евакуації, спостерігали позитивну динаміку показників функціонального стану серцево-судинної системи до легкого ступеня. При скороченні етапів спостерігали тенденцію до погіршення загального стану поранених і зниження функціональних показників на 41,8–53,6 % до незворотних величин ( $p_a < 0,05$ ). Динамічні зміни показника виразності функціональних розладів серцево-судинної системи підтверджували перевагу схеми послідовної евакуації поранених із тяжкими та вкрай тяжкими БТК.

У поранених із нетяжкою БТК скорочення рівнів медичного забезпечення не призводило до погіршення загального стану, а функціональні розлади під час медичної евакуації мали помірний характер. Здійснені дослідження стали основою для удосконалення системи надання травматологічної допомоги на рівнях медичного забезпечення, що дало змогу зменшити рівень летальності (з 19,6 % до 5,6 %), рівень місцевих ускладнень (з 65,6 % до 49,3 %). Відбувається покращення функціональних результатів: збільшена питома вага хороших (з 46,9 % до 53,7 %), зменшена відносна кількість незадовільних (з 18,8 % до 11,6 %) і кількість поранених, які були звільнені з лав Збройних Сил України за станом здоров'я (з 28,1 % до 21,7 %) ( $p_a < 0,05$ ).

## Висновки

1. Послідовне надання травматологічної допомоги пораненим на рівнях медичного забезпечення шляхом своєчасно виконаних оперативних утручань, вживання протишокових заходів і збереження резервних сил організму поранених із вкрай тяжкими та тяжкими бойовими травмами кінцівок (5 і більше балів) дає змогу досягти поступової зміни функціонального стану серцево-судинної системи з важкого ступеня до помірного.

2. Надання медичної допомоги пораненим із нетяжкою травмою (<5 балів) за скороченою схемою не призводить до погіршення функціонального стану серцево-судинної системи, пацієнти можуть бути евакуйовані одразу у клініки реконструктивно-відновної хірургії четвертого рівня медичного забезпечення.

**Перспективи подальших досліджень.** На підставі комплексного анатомо-функціонального аналізу встановити закономірності змін показників гомеостазу в різні періоди травматичної хвороби та визначити категорії поранених, в яких залежно від тяжкості травми розвивається «феномен взаємного обтяження».

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 27.08.2019

Після доопрацювання / Revised: 22.10.2019

Прийнято до друку / Accepted: 04.11.2019

## Відомості про авторів:

Хоменко І. П., член-кореспондент НАМН України, генерал-майор медичної служби, д-р мед. наук, професор, начальник Головного військово-медичного управління Міністерства оборони України, м. Київ.

ORCID ID: 0000-0002-8199-5083

Король С. О., д-р мед. наук, доцент, професор каф. військової хірургії, полковник медичної служби, Українська військово-медична академія, м. Київ.

ORCID ID: 0000-0002-1036-0355

Кожокару А. А., д-р мед. наук, професор, начальник каф. військово-профілактичної медицини, полковник медичної служби, Українська військово-медична академія, м. Київ.

ORCID ID: 0000-0002-8233-421X

Матвійчук Б. В., ординатор травматологічного відділення, старший лейтенант медичної служби, Військово-медичний клінічний центр професійної патології особового складу, м. Ірпінь, Україна.

ORCID ID: 0000-0003-3770-3984

Січинава Р. М., д-р мед. наук, старший науковий співробітник, Український науково-практичний центр ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України, м. Київ.

ORCID ID: 0000-0003-2163-8460

## Сведения об авторах:

Хоменко И. П., член-корреспондент НАМН Украины, д-р мед. наук, генерал-майор медицинской службы, начальник Главного военно-медицинского управления Министерства обороны Украины, г. Киев.

Король С. А., д-р мед. наук, доцент, профессор каф. военной хирургии, полковник медицинской службы, Украинская военно-медицинская академия, г. Киев.

Кожокару А. А., д-р мед. наук, профессор, полковник медицинской службы, начальник каф. военно-профилактической медицины, Украинская военно-медицинская академия, г. Киев, Украина.

Матвийчук Б. В., ординатор травматологического отделения, старший лейтенант медицинской службы, Военно-медицинский клинический центр профессиональных проблем личного состава, г. Ирпень, Украина.

Сичинава Р. М., д-р мед. наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский центр эндокринной хирургии, трансплантации эндокринных органов и тканей МЗ Украины, г. Киев.

## Information about authors:

Khomenko I. P., Corresponding Member of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Major-General of the Medical Service, MD, PhD, DSc, Chief, General Military Medical Directorate of the Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv.

Korol S. O., MD, PhD, DSc, Associate Professor, Professor of the Department of Military Surgery, Colonel of Medical Service, Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv.

Kozhokaru A. A., MD, PhD, DSc, Professor, Colonel of Medical Service, Head of the Department of Military Preventive Medicine, Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv.

Matviichuk B. V., Traumatology Department Resident, Senior Medical Service Lieutenant, Military Medical Clinical Center for Professional Pathology of Personnel, Irpin, Ukraine.

Sichinava R. M., MD, PhD, DSc, Senior Researcher, Ukrainian Scientific and Practical Center of Endocrine Surgery, Transplantation of Endocrine Organs and Tissues of the Ministry of Health of Ukraine, Kyiv.

## Список літератури

- [1] Update on gunshot wounds to extremities / F. von Lübken et al. *Unfallchirurg*. 2018. Vol. 121. Iss. 1. P. 59-72. <https://doi.org/10.1007/s00113-017-0449-4> [in German].
- [2] Военно-польова хірургія / за ред. Я. Л. Заруцького, В. Я. Білого. Київ: Фенікс, 2018. 544 с.
- [3] Predictors of outcome in 101 patients requiring emergent thoracotomy for penetrating pulmonary injuries / J. A. Asensio et al. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2018. Vol. 44. Iss. 1. – P. 55-61.
- [4] A retrospective analysis of the respiratory adjusted shock index to determine the presence of occult shock in trauma patients / N. Caputo et al. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2018. Vol. 84. Iss. 4. P. 674-678.
- [5] Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / A. Tran et al. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2018. Vol. 84. Iss. 5. P. 802-808.
- [6] Convertino V. A. Mechanisms of inspiration that modulate cardiovascular control: The other side of breathing. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*. 2019. Vol. 127. Iss. 5. P. 1187-1196.
- [7] Li Y., Zhou J. Advances in the research of application of pulse contour cardiac output monitor technology in patients with large area of burns. *Chinese Journal of Burns*. 2018. Vol. 34. Iss. 10. P. 737-740.
- [8] Effects of different target blood pressure resuscitation on peripheral blood inflammatory factors and hemodynamics in patients with traumatic hemorrhagic shock / Z. Shao et al. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2019. Vol. 31. Iss. 4. P. 428-433. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.011>
- [9] Заруцький Я. Л., Король С. О., Крешун Є. А. Диференційована тактика надання травматологічної допомоги пораненим з бойовими травмами кінцівок на етапах медичної евакуації. *Одеський медичний журнал*. 2017. № 3. С. 18-23.
- [10] Взаимосвязь показателей сердечно-сосудистой системы и эндотелиальной дисфункции у пациентов с геморрагическим шоком / Т. Н. Юдакова, А. О. Гирш, С. В. Максимишин, О. А. Мальков. *Анестезиология и реаниматология*. 2013. № 6. С. 11-14.
- [11] Treatment of gunshot fractures of the lower extremity: Part 2: Procedures for secondary reconstruction and treatment results / A. Franke et al. *Unfallchirurg*. 2014. Vol. 117. Iss. 11. P. 985-994. <https://doi.org/10.1007/s00113-014-2636-x> [in German].
- [12] Risk factors associated with amputation in civilian popliteal artery trauma / M. J. Ramdass et al. *Injury*. 2018. Vol. 49. Iss. 6. P. 1188-1192.
- [13] Schoenfeld A. J. Dunn J. C., Belmont P. J. Pelvic, spinal and extremity wounds among combat-specific personnel serving in Iraq and Afghanistan (2003-2011): A new paradigm in military musculoskeletal medicine. *Injury*. 2013. Vol. 44. Iss. 12. P. 1866-1870.
- [9] Zarutskyy, Ya. L., Korol, S. O., & Kreshun, Ye. A. (2017). Dyferenttsiivovana taktyka nadannia travmatolohichnoi dopomohy poranenyim z boiovymy travmamy kintsivok na etapakh medychnoi evakuatsii [Differential management of rendering traumatologic care to wounded from combat limb injuries during medical evacuation]. *Odeskii medichnyi zhurnal*, 3, 18-23 [in Ukrainian].
- [10] Iudakova T. N., Girsh A. O., Maksimishin S. V., & Malcov O. A. (2013). Vzaimosvyaz pokazateley serdечно-sosudistoy sistemy i endotelialnoy disfunktsii u patsientov s gemorragicheskim shokom [Association of cardiovascular system and endothelial dysfunction indicators in patients with hemorrhagic shock]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, (6), 11–14 [in Russian].
- [11] Franke, A., Bieler, D., Wilms, A., Hentsch, S., Johann, M., & Kollig, E. (2014). Treatment of gunshot fractures of the lower extremity: Part 2: Procedures for secondary reconstruction and treatment results. *Unfallchirurg*, 117(11), 985-994. <https://doi.org/10.1007/s00113-014-2636-x> [in German].
- [12] Ramdass, M. J., Muddeen, A., Harnarayan, P., Spence, R., & Milne, D. (2018). Risk factors associated with amputation in civilian popliteal artery trauma. *Injury*, 49(6), 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.028>
- [13] Schoenfeld, A. J., Dunn, J. C., & Belmont, P. J. (2013). Pelvic, spinal and extremity wounds among combat-specific personnel serving in Iraq and Afghanistan (2003-2011): A new paradigm in military musculoskeletal medicine. *Injury*, 44(12), 1866–1870. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.08.001>

## References

- [1] von Lübken, F., Achatz, G., Friemert, B., Mauser, M., Franke, A., Kollig, E., & Bieler, D. (2018). Update on gunshot wounds to extremities. *Unfallchirurg*, 121(1), 59-72. <https://doi.org/10.1007/s00113-017-0449-4> [in German].
- [2] Zarutskiy, Ya. L., & Bilyi, V. Ya. (Eds.). (2018). *Voенно-poliova khirurgiia* [Military field surgery]. Kyiv: Fenix [in Ukrainian].
- [3] Asensio, J. A., Ogun, O. A., Mazzini, F. N., Perez-Alonso, A. J., Garcia-Núñez, L. M., & Petrone, P. (2018). Predictors of outcome in 101 patients requiring emergent thoracotomy for penetrating pulmonary injuries. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 44(1), 55-61. <https://doi.org/10.1007/s00068-017-0802-x>
- [4] Caputo, N., Reilly, J., Kanter, M., & West, J. (2018). A retrospective analysis of the respiratory adjusted shock index to determine the presence of occult shock in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(4), 674-678. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001761>
- [5] Tran, A., Yates, J., Lau, A., Lampron, J., & Matar, M. (2018). Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(5), 802-808. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001816>
- [6] Convertino, V. A. (2019). Mechanisms of inspiration that modulate cardiovascular control: The other side of breathing. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 127(5), 1187-1196. doi: 10.1152/jappphysiol.00050.2019
- [7] Li, Y., & Zhou, J. L. (2018). Advances in the research of application of pulse contour cardiac output monitor technology in patients with large area of burns. *Chinese Journal of Burns*, 34(10), 737-740. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.10.018> [in Chinese].
- [8] Shao, Z., Du, Z., Wang, R., Wang, Z., He, X., Wang, H., . . . Cheng, F. (2019). Effects of different target blood pressure resuscitation on peripheral blood inflammatory factors and hemodynamics in patients with traumatic hemorrhagic shock. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 31(4), 428-433. doi: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.04.011 [in Chinese].