

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2023.02.08

Адреса для листування: вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, 79010

Е-пошта: ihortrutiak@yahoo.com

Надійшла до редакції: 12.09.2023

Прийнята до друку: 28.09.2023

Опублікована: 22.12.2023

ORCID IDs

Ігор Трутяк:

<https://orcid.org/0000-0001-8157-3449>

Василь Малицький:

<https://orcid.org/0009-0005-6082-7549>

Михайло Самотовка:

<https://orcid.org/0009-0000-8658-1309>

Василь Трунквальтер:

<https://orcid.org/0000-0002-4007-0041>

Роман Трутяк:

<https://orcid.org/0000-0002-6156-1587>

Віталій Іващенко:

<https://orcid.org/0000-0002-4132-1447>

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Особистий внесок авторів:

Створення концепції: Ігор Трутяк;

Результати дослідження: Василь Малицький, Михайло Самотовка, Василь Трунквальтер, Віталій Іващенко;

Написання: Ігор Трутяк, Василь Малицький, Роман Трутяк;

Редагування та затвердження остаточного варіанту: Ігор Трутяк, Михайло Самотовка.

Дозвіл комісії з питань біоетики: біоетична експертиза ЛНМУ ім. Данила Галицького, протокол № 11 від 19.12.2022.

Фінансування: автори не отримали жодної фінансової підтримки свого дослідження.



© Всі автори, 2023

Проблемні питання ампутації кінцівок у поранених з бойовою травмою

Ігор Трутяк¹, Василь Малицький², Михайло Самотовка³,
Василь Трунквальтер¹, Роман Трутяк¹, Віталій Іващенко¹

¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

²Військово-медичний клінічний центр Західного регіону, Львів, Україна

³Novant Presbyterian Hospital Charlotte, Шарлотт, Північна Кароліна, США

Серед поранених з ушкодженнями кінцівок, які поступили у Військово-медичний центр Західного регіону за рік повномасштабної війни Росії в Україні, у 29% була мінно-вибухова травма, у 47% – осколкові поранення, у 8% – вогнепальні кульові поранення, у 1,5% – термічні ураження, у 14,5% – травматичні ушкодження. Верхні кінцівки були ушкоджені у 22%, нижні – у 32%, у 15% були ушкоджені дві кінцівки, а 31% – мали поєднану бойову травму. У всіх госпіталізованих з багатоуламковими переломами кінцівки були фіксовані апаратами зовнішньої фіксації. У 2% пацієнтів були пошкодження судин. Всі поранені мали незагоєні рани з дефектом м'яких тканин. Середній вік пацієнтів – 30 років. Коморбідних захворювань у поранених не було, а супутні – які не впливали на перебіг поранення, були у 10%. Ампутації кінцівок виконані у 6,5%. Травматичний відрив сегмента кінцівки чи руйнування його з роздробленою кісткою і нежиттєздатними м'якими тканинами, пошкодження нервів із значним дефектом, дефект м'яких тканин і кісток, а також теплова ішемія кінцівки понад 6 годин із омертвінням її м'яких тканин були показаннями до первинної ампутації кінцівки у 3% поранених і травмованих, які мали характер

первинного дебрідменту. Прогресуюча ранова інфекція з розвитком септичного стану пораненого, незважаючи на інтенсивне лікування, тотальний ішемічний некроз, повторні арозійні кровотечі з магістральних судин потребували вторинних ампутацій кінцівки у 1,5%. У 1,5% поранених етапні операції мали характер реампутації. Реампутацію довелося виконати у 0,6% пацієнтів при невідповідному рівні кукси кінцівки, що ускладнювало протезування. Зменшити кількість ампутацій за вторинними показаннями допомагає своєчасна діагностика компартмент синдрому, раціональне лікування рани м'яких тканин і вогнепального перелому з хірургічною та медикаментною профілактикою інфекційного процесу.

Ключові слова: ампутація, бойова травма, кінцівки, поранення.

Problematic issues of limb amputation in wounded with combat trauma

Ihor Trutyak¹, Vasyl Malickii², Michael Samotowka³,
Vasyl Trunkvalter¹, Roman Trutyak¹, Vitalij Ivaschenko¹

¹Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

²Military Medical Clinical Center of the Western Region,
Lviv, Ukraine

³Novant Presbyterian Hospital Charlotte, North Carolina, USA

Among the wounded with limb injuries admitted to the Military Medical Center of the Western region during the year of Russia's full-scale war in Ukraine, 29% had a mine-blast injury, 47% had shrapnel wounds, 8% had gunshot bullet wounds, 1.5% – thermal injuries, and 14.5% – traumatic injuries. Upper limbs were injured in 22%, lower – in 32%, 15% had two limbs injured, and 31% had combined combat trauma. In all hospitalized with multi-fragment fractures, limbs were fixed with external fixation devices. 2% of patients had vascular damage. All wounded had unhealed wounds with a soft tissue defect. The average age of patients was 30 years. There were no comorbid diseases in the wounded, and concomitant diseases that did not affect the course of injury were found in 10%. Amputations of limbs were performed in 6.5%. Traumatic separation of a limb segment or its destruction with crushed bone and non-viable soft tissues, nerve damage with significant defect, soft tissue and bone defect, as well as thermal ischemia of the limb for more than 6 hours with necrosis of its soft tissues, were indications for primary limb amputation in 3% of wounded and injured, which were in the nature of primary debridement. Progressive wound infection with the development of the septic condition of the wounded despite intensive treatment, total ischemic necrosis, and recrudescing arrosive bleeding from great vessels required a secondary limb amputation in 1.5%. In 1.5% of the wounded, staged operations were performed as re-amputations. Re-amputation had to be performed in 0.6% of patients with an inappropriate limb stump level, which complicated prosthetics. To reduce the number of amputations for secondary indications, a timely diagnosis is needed of compartment syndrome and rational treatment of soft tissue wounds and gunshot fractures with surgical and medical prevention of the infectious process.

Keywords: Amputation, war injury, limb, extremity.

OPEN ACCESS

DOI: 10.25040/ntsh2023.02.08

For correspondence: Pekarska str., 69,
Lviv, Ukraine, 79010

E-mail: ihortrutiak@yahoo.com

Received: 12 Sept, 2023

Accepted: 28 Sept, 2023

Published: 22 Dec, 2023

ORCID IDs

Ihor Trutyak:

<https://orcid.org/0000-0001-8157-3449>

Vasyl Malickii:

<https://orcid.org/0009-0005-6082-7549>

Michael Samotowka:

<https://orcid.org/0009-0000-8658-1309>

Vasyl Trunkvalter:

<https://orcid.org/0000-0002-4007-0041>

Roman Trutyak:

<https://orcid.org/0000-0002-6156-1587>

Vitalij Ivaschenko:

<https://orcid.org/0000-0002-4132-1447>

Disclosures: The authors declared no conflict of interest.

Author contributions:

Conceptualization: Ihor Trutyak;

Results of study: Vasyl Malickii, Michael Samotowka, Vasyl Trunkvalter, Vitalij Ivaschenko;

Writing: Ihor Trutyak, Vasyl Malickii, Roman Trutyak;

Review & editing: Ihor Trutyak, Michael Samotowka.

Ethical approval: The bioethics committee of Danylo Halytsky Lviv National Medical University, protocol № 11 of 19.12.2022.

Funding: The authors received no financial support for their study.



© All authors, 2023

Вступ

Бойова травма кінцівок – найчастіше ушкодження у сучасній війні і становить від 52,3 до 60,1% [1], а за даними Військово-медичного клінічного центру Західного Регіону – 63,3%. [2].

Головне завдання надання медичної допомоги пораненим з бойовою травмою і ушкодженнями кінцівок – зберегти їхнє життя («life before limb»), а якщо це неможливо, то ампутація кінцівки з формуванням кукси придатної до протезування [3].

Під час військового конфлікту в Афганістані та Іраку 70,5% поранених військовослужбовців США мали важкі ушкодження кінцівок, а відсоток ампутацій – становив 7,4%; на нижніх кінцівках ампутації виконували втричі частіше [4]. За 2014-2016 роки антитерористичної операції на Сході України частота ампутацій серед військовослужбовців ЗСУ становила 2,2% без урахування даних в інших силових відомствах [5].

Аналіз результатів хірургічного лікування поранених з ампутуваними кінцівками виявив багато недоліків, які потребували повторних хірургічних втручань для ліквідації ускладнень і формування кукси придатної для протезування. Найчастішими ускладненнями були фантомні болі, невроми, остеофіти, гетеротопічні осифікати, надлишок або нестача м'яких тканин кукси.

Матеріал і методи

За рік повномасштабної війни Росії в Україні з 24.02.2022 до 24.02.2023 року під нашим спостереженням у Військово-медичному центрі Західного регіону перебували пацієнти з різними видами бойової травми: кульові, осколкові поранення, вибухова травма, опіки, поєднана травма. За механізмом травми у поранених з ушкодженнями кінцівок у 29% була мінно-вибухова травма, у 47% – осколкові поранення, у 8% – вогнепальні кульові поранення, у 1,5% – термічні ураження, у 14,5% – травматичні ушкодження. Верхні кінцівки були ушкоджені у 22%, нижні – у 32%, у 15% були ушкоджені дві кінцівки, а 31% – мали поєднану бойову травму. У всіх госпіталізованих з багатоуламковими переломами кінцівки були фіксовані апаратами зовнішньої фіксації. У

2% пацієнтів були пошкодження судин. Всі поранені мали незагоєні рани з дефектом м'яких тканин. Середній вік пацієнтів – 30 років. Коморбідних захворювань у поранених не було, а супутні – які не впливали на перебіг поранення, були у 10%. Ампутації кінцівок виконані у 6,5%.

Результати

При лікуванні кульових, осколкових і мінно-вибухових поранень враховували особливості таких ран: всі рани первинно забруднені мікробами, рановий канал чи рановий дефект має особливу будову з наявністю некротичних тканин і тканин зони молекулярного струсу, в якій у подальшому виникають вторинні некрози. Крім того, при мінно-вибухових пораненнях хвиля стиснення від енергії вибуху спричиняє відрив сегмента кінцівки, а м'язи силою відкидаються вгору і назвні та відриваються від кістки («ефект парасолі»). Потім непошкоджені структури опускаються вниз і закриваються та маскують собою пошкоджені глибокі тканини. Ці особливості суттєво впливають на результати хірургічного втручання.

При мінно-вибухових пораненнях і поєднаній бойовій травмі ліпшою лікувальною тактикою було етапне лікування постраждалого за технологією «damage control», яка давала змогу зберегти життя пораненому і підготувати його до відновних та реконструкційних хірургічних втручань.

Травматичний відрив сегмента кінцівки чи руйнування його з роздробленою кісткою і нежиттєздатними м'якими тканинами, пошкодження нервів із значним дефектом, дефект м'яких тканин і кісток, а також теплова ішемія кінцівки понад 6 годин із омертвінням її м'яких тканин були показаннями до первинної ампутації кінцівки у 3% поранених і травмованих.

Серед існуючих шкал, які визначають потребу в ампутації, найбільш вживаною є шкала MESS [6]. Ця шкала охоплює бальну оцінку тяжкості ушкоджень таких компонентів кінцівки: ушкодження кісток і м'яких тканин, тяжкість ішемії кінцівки, травматичний шок і показник систолічного артеріального тиску, вік пацієнта. Шкала MESS дає рекомендації щодо збереження чи ампутації травмованої

Introduction

Combat limb injury is the most frequent injury in modern warfare and ranges from 52.3 to 60.1% [1] and 63.3%, according to the Military Medical Clinical Center of the Western Region. [2].

The main task of medical care to the wounded with combat trauma and limb injuries is to save their lives (life before limb), and if this is not possible, then amputation of the limb with the formation of a stump suitable for prosthetics [3].

During military conflicts in Afghanistan and Iraq, 70.5% of wounded US service members had severe injuries to their limbs, and the percentage of amputations was 7.4%. Amputations were performed three times more often on the lower extremities [4]. During the 2014–2016 antiterrorist operation in the East of Ukraine, the frequency of amputations among service members of the Armed Forces of Ukraine was 2.2%, excluding data from other law enforcement agencies [5].

Analysis of the results of surgical treatment of wounded with amputees showed a number of shortcomings that required repeated surgical interventions to eliminate complications and form a stump suitable for prosthetics. The most frequent complications were phantom pain, neuromas, osteophytes, heterotopic ossifications, and excess or lack of soft tissue stump.

Materials and Methods

During the year of Russia's full-scale war in Ukraine from 02/24/2022 to 02/24/2023, patients with various types of combat trauma were under our supervision at the Military Medical Center of the Western Region: bullet, shrapnel wounds, blast trauma, burns, and combined trauma. According to the mechanism of injury, 29% of those wounded with limb injuries had mine-blast trauma, 47% had shrapnel wounds, 8% had gunshot bullet wounds, 1.5% – thermal lesions, and 14.5% – traumatic injuries. Upper limbs were injured in 22%, lower – in 32%, 15% had two limbs injured, and 31% had combined combat trauma. In all hospitalized with multi-fragment fractures, the limbs were fixed with external fixation devices. 2% of patients had vascular damage. All wounded had unhealed wounds with a soft tissue defect. The average age of patients is 30 years. There were no comorbid diseases in the wounded,

and concomitant diseases that did not affect the course of injury were found in 10%. Limb amputations were performed in 6.5%.

Results

In the treatment of bullet, shrapnel and mine-blast wounds, the peculiarities of such wounds were taken into account. All wounds are primarily contaminated with germs; the wound canal or wound defect has a special structure with necrotic tissues and tissues of the zone of molecular concussion, in which secondary necrosis subsequently occurs. In addition, in the case of mine-blast wounds, a wave of compression from the energy of the explosion causes the separation of the limb segment, and the muscles are forcefully thrown up and out and detached from the bone (Umbrella effect). The intact structures then go down and cover and mask the damaged deep tissue. These features significantly affect the results of surgery.

In the case of mine-blast wounds and combined combat trauma, the best treatment tactics were staged treatment of the victim using technology damage control, which allowed for saving the lives of the wounded and preparing him for restorative and reconstructive surgical interventions.

Traumatic separation of the limb segment or its destruction with crushed bone and non-viable soft tissues, nerve damage with a significant defect, soft tissue and bone defect, as well as thermal ischemia of the limb for more than 6 hours with necrosis of its soft tissues, were indications for primary amputation of the limb in 3% of wounded and injured.

Among the existing scales that determine the need for amputation, the MESS scale is the most used [6]. This scale includes a point assessment of the severity of injuries to the following limb components: bone and soft tissue injury, severity of limb ischemia, traumatic shock and systolic blood pressure, and patient age. The MESS scale gives recommendations for the preservation or amputation of the injured limb. According to this scale, the assessment of the severity of damage is 0–6 points – preservation of the limb, 7 points or more – amputation. However, the criteria of this scale do not always help make the most correct choice. Other scales have similar disadvantages: LSI, PSI, NISSSA, and HFS-97 [7].

кінцівки. Згідно з цією шкалою, оцінка тяжкості ушкодження 0-6 балів – збереження кінцівки, 7 і більше балів – ампутація. Проте критерії цієї шкали не завжди допомагають зробити найбільш правильний вибір. Аналогічні недоліки мають і інші шкали LSI, PSI, NISSA, HFS-97 [7].

Крім оцінки стану кінцівки, вирішуючи питання про ампутацію, враховували загальний стан пораненого (поєднані ушкодження порожнин, геморагічний шок, системні захворювання) і технічні умови (досвід хірурга, рівень надання медичної допомоги, тактична ситуація, ресурси).

Обговорення

Первинні ампутації, які були виконані на другому рівні медичної допомоги, мали характер первинної хірургічної обробки (дебрідменту) рани. Нежиттєздатні тканини і сторонні тіла видаляли так, щоб зберегти максимальну довжину кінцівки з ідентифікацією судин і нервів, ретельним гемостазом, фасціотомією і стабілізацією переломів апаратом зовнішньої фіксації.

Для збереження життя пораненого при пошкодженні магістральних судин кінцівок на базовому рівні медичної допомоги накладали кровоспинний турнікет. Якщо цей турнікет був понад 6 годин, то наступала незворотна ішемія кінцівки з некрозом тканин. У цих випадках альтернативи ампутації кінцівки не було. Коли накладений турнікет заважав виконати дебрідмент, то не знімаючи його, проксимальніше накладали другий турнікет і виконували ампутацію над дистальним турнікетом. Після первинної ампутації рану кукси залишали відкритою.

Хибно вважати, що ампутація кінцівки є простою операцією і не потребує виконання певних технічних прийомів. Головні помилки при виконанні первинних ампутацій – недостатнє висічення некротичних тканин, неадекватна обробка нервів і судин, відсутність або неадекватна фасціотомія.

Оскільки при високоенергетичних вогнепальних пораненнях і особливо при мінно-вибуховій травмі поширення нежиттєздатних тканин значно більше за їх візуалізацію при первинному дебрідменту

рани, тому необхідний моніторинг за перебігом ранового процесу з ревізією рани під анестезією і, у разі потреби, повторними хірургічними обробками. Така хірургічна тактика, корекція порушень гомеостазу й адекватна антибактерійна терапія давала змогу зменшити кількість ампутацій кінцівок за вторинними показаннями або зберегали сегмент кінцівки, який більш придатний для функціонального протезування.

Причинами ампутацій кінцівок за вторинними показаннями була несвоєчасна діагностика компартмент синдрому з розвитком міонекрозу, завчасне накладання вторинних швів на рану на попередніх рівнях медичної допомоги з подальшим нагноєнням ран і поширенням інфекційного процесу.

Прогресуюча ранова інфекція з розвитком септичного стану пораненого, незважаючи на інтенсивне лікування, тотальний ішемічний некроз, повторні ерозійні кровотечі з магістральних судин, потребували вторинних ампутацій кінцівки у 1,5%.

Вирішення питання про ампутацію кінцівки за вторинними показаннями приймали консиліумом хірургів і анестезіологів. Стан кінцівки документально описували та фіксували на фото. Перед ампутацією обов'язковою була рентгенографія.

Часто складним питанням була психологічна підготовка пацієнта до ампутації. Ситуацію ускладнював нестабільний емоційний стан поранених. Згідно з дослідженнями S. L. Mitchell et al. (2019), 19,4% поранених із тяжкими ушкодженнями кінцівок мали посттравматичний стресовий розлад, а 12,3% – депресію [8].

Обґрунтованими поясненнями пацієнту того, що подальше лікування пораненого сегменту кінцівки загрожує його життю, а відновити функцію кінцівки немає можливості, досягали порозуміння і згоди на ампутацію. Клінічні приклади пацієнтів, у яких була відновлена функція ампутованої кінцівки після протезування, переконували пораненого у прийнятті рішення.

У 1,5% поранених етапні операції мали характер реампутації. Реампутацію довелося вико-

In addition to assessing the limb condition, when deciding on amputation, the general condition of the wounded person was taken into account (combined cavitory injuries, hemorrhagic shock, systemic diseases) and specifications (surgeon's experience, level of medical care, tactical situation, resources).

Discussion

Primary amputations, which were performed at the second level of medical care, were in the nature of primary surgical debridement of the wound. Non-viable tissues and foreign bodies were removed in such a way as to maintain the maximum length of the limb with identification of vessels and nerves, thorough hemostasis, fasciotomy and stabilization of fractures by external fixation apparatus.

A hemostatic turnstile was applied at the basic level of medical care to save the life of the wounded in case of damage to the great vessels of the extremities. If this turnstile was more than 6 hours, then irreversible limb ischemia occurred with tissue necrosis. In these cases, there was no alternative to limb amputation. When the applied turnstile interfered with the debridement without removing it, a second turnstile was applied more proximally, and amputation was performed over the distal turnstile. After the initial amputation, the stump wound was left open.

It is a mistake to believe that limb amputation is a simple surgery and does not require certain techniques. The main mistakes in performing primary amputations were insufficient excision of necrotic tissues, inadequate treatment of nerves and blood vessels, and absence or inadequate fasciotomy.

Since in high-energy gunshot wounds, and especially in mine-blast trauma, the spread of non-viable tissues is much greater than their visualization during primary wound debridement, monitoring of the wound process with revision of the wound under anesthesia and, if necessary, repeated surgical treatments is necessary. Such surgical tactics, correction of homeostasis disorders and adequate antibacterial therapy made it possible to reduce the number of amputations of the limbs according to secondary indications or preserve the limb segment, which is more suitable for functional prosthetics.

The causes of amputations of the limbs, according to secondary indications, were late diagnosis of compartment syndrome with the development of myonecrosis, early suturing of secondary sutures on the wound at previous levels of medical care, followed by suppuration of wounds and the spread of the infectious process.

Progressive wound infection with the development of the septic state of the wounded despite intensive treatment, total ischemic necrosis, and repeated arching bleeding from great vessels required secondary amputations of the limb in 1.5%.

The decision on limb amputation for secondary indications was taken by a consultation of surgeons and anesthesiologists. The condition of the limb was documented and recorded in the photo. Before amputation, radiography was mandatory.

Often, a complex issue was the psychological preparation of the patient for amputation. The situation was aggravated by the unstable emotional state of the wounded. According to research by S. L. Mitchell et al. (2019), 19.4% of wounded with severe limb injuries had post-traumatic stress disorder, and 12.3% had depression [8].

Reasonable explanations to the patient that further treatment of the wounded segment of the limb threatened his life and that there was no way to restore limb function reached an understanding and agreement on amputation. Clinical examples of patients who had restored the function of an amputated limb after prosthetics convinced the wounded person to make a decision.

In 1.5% of the wounded, stage operations were in the nature of re-amputation. Re-amputation had to be performed in 0.6% of patients with an inappropriate stump level, which complicated prosthetics.

Late limb amputations were performed in cases where the limb was afunctional. The ideal characteristics of the stump suitable for prosthetics were its cylindrical shape, functional proximal joint, absence of neuroma and bone protrusions, and normal skin sensitivity without deformations of the integuments. We believe that the longer the segment is left on

нати у 0,6% пацієнтів при невідповідному рівні кукси, що ускладнювало протезування.

Пізні ампутації кінцівок виконували у випадках, коли кінцівка була афункціональною. Ідеальними характеристиками кукси, придатної до протезування, була її циліндрична форма, функціональний проксимальний суглоб, відсутність невриноми і кісткових виступів, звичайна чутливість шкіри без деформацій покривів. Вважаємо, що на верхній кінцівці чим довший залишений сегмент, тим ліпше. На гомілці кращою для протезування була її довжина близько 22 сантиметрів від підлоги, а на стегні – 15 сантиметрів від середини коліна.

Під час підготовки пацієнта до протезування фахівці-реабілітологи проводили рухову реабілітацію ампутованої кінцівки для попередження контрактур, відновлення функції м'язів і тренування ходьби на протезі.

Проблемним питанням залишається профілактика утворення гетеротопічної осифікації кукси і невріном магистральних та шкірних нервів, які погіршують якість життя ампутованих і потребують повторних хірургічних операцій. Основною причиною утворення гетеротопічної осифікації вважаємо травматизацію окістя і недостатню обробку країв кістки. Деякі зарубіжні колеги для зменшення ризику гетеротопічної осифікації

при ампутації нижніх кінцівок рекомендують виконувати міодез [9,10]. Щодо профілактики невріном, застосування ефективної технології у фахівців немає єдиної думки, тому це питання досліджується і буде темою подальших повідомлень.

У висновках: високоенергетичні кульові, осколкові та мінно-вибухові поранення руйнують м'які тканини, роздроблюють кістки кінцівок з утворенням значних дефектів або відриву сегмента, що є показаннями до первинної ампутації кінцівки. Первинна ампутація кінцівки за таких умов має характер первинної хірургічної обробки рани, а формування кукси кінцівки виконується наступним етапом операції. Зменшити кількість ампутацій за вторинними показаннями дає змогу своєчасна діагностика компартмент синдрому, раціональне лікування рани м'яких тканин і вогнепального перелому з хірургічною та медикаментною профілактикою інфекційного процесу. Рівень ампутації має сприяти функціональному протезуванню кінцівки.

Обмеження дослідження: це дослідження має обмеження з огляду на заборону поширення повної статистичної інформації.

Заява про інформовану згоду: інформовану згоду отримано від усіх учасників дослідження.

the upper limb, the better. On the lower leg, the best prosthetic length was about 22 centimeters from the floor, and on the thigh – 15 centimeters from the middle of the knee.

During the patient's preparation for prosthetics, rehabilitation specialists conducted motor rehabilitation of an amputated limb to prevent contractures, restore muscle function and train walking on a prosthesis.

Prevention of heterotopic ossification of stumps and neuromas of main and cutaneous nerves, which worsen the quality of life of amputees and require repeated surgical operations, remains a problematic issue. The main reason for the formation of heterotopic ossification is considered to be traumatization of the periosteum and insufficient treatment of bone edges. Some foreign colleagues recommend myodesis to reduce the risk of heterotopic ossification during amputation of lower extremities [9,10]. Today, there is no consensus among specialists regarding the use of effective technology to prevent neuromas, so this issue is being investigated. It will be the topic of our further reports.

In conclusions: High-energy bullet, shrapnel and mine-blast wounds destroy soft tissues and crush the bones of the limbs, forming significant defects or separation of the segment, which are indications for primary amputation of the limb. Primary amputation of the limb under such conditions has the nature of the primary surgical treatment of the wound, and the stump of the limb is formed at the next stage of the surgery. Reducing the number of amputations for secondary indications allows timely diagnosis of compartment syndrome and rational treatment of soft tissue wounds and gunshot fractures with surgical and medical prevention of the infectious process. The level of amputation should contribute to functional limb prosthetics.

Study limitations: This study has some limitations regarding restrictions of statistic data sharing.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

References

1. Khomenko IP, Korol SO, Khalik SV, et al. Clinical and epidemiological analysis of the structure of combat surgical injury during anti-terrorist operation / joint forces operation in the East of Ukraine. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2021; 2(2): 5-13. doi:10.46847/ujmm.2021.2(2)-005.)
2. Trutyak I, Los D, Medzyn V, Trunkvalter V, Zukovsky V. Treatment of combat surgical trauma of the limbs in the conditions of modern war *Medical Sciences* 2022, 2 (69). <https://doi.org/10.25040/ntsh.02.16>. doi: 10.25040/ntsh.02.16.
3. Clasper J, Ramasamy A. Traumatic amputations. *Br J Pain* 2013; 7: 67–73. doi: 10.1177/2049463713487324.
4. Stansbury LG, Lalliss SJ, Branstetter JG, Bagg MR, Holcomb JB. Amputations in U.S. military personnel in the current conflicts in Afghanistan and Iraq. *J Orthop Trauma*. 2008 Jan; 22(1): 43-6. doi: 10.1097/BOT.0b013e31815b35aa.
5. Buryanov AA, Bepalenko AA, Tsema JeV, Dinets AV. Limb amputations in military personnel due to artillery strikes in area of the antiterrorist operation (ATO) in East Ukraine. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*. 2017; 3(103): 15-19. <https://mmj.nmuofficial.com/index.php/journal/article/view/100>. doi: [https://doi.org/10.32345/USMJ.3\(103\).2017](https://doi.org/10.32345/USMJ.3(103).2017)
6. Sharma S, Devgan A, Marya KM, Rathee N. Critical evaluation of mangled extremity severity scoring system in Indian patients. *Injury* 2003 Jul; 34(7): 493-6. doi: 10.1016/s0020-1383(02)00214-0.
7. Guermazi A, Hayashi D, Smith SE, Palmer W, Katz JN. Imaging of Blast Injuries to the Lower Extremities Sustained in the Boston Marathon Bombing. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2013 Dec; 65(12):1893-8. doi: 10.1002/acr.22113.
8. Mitchell SL, Hayda R, Chen AT et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) Study. Outcomes of Amputation Compared with Limb Salvage Following Major Upper-Extremity Trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2019 Aug 21; 101(16): 1470–1478. Published online 2019 Aug 21. doi: 10.2106/JBJS.18.00970).
9. Hsu AR. Transfemoral Amputation Adductor Myodesis Using FiberTape and Knotless Anchors *Foot Ankle Int*. 2018 Jul; 39(7): 874-879. doi: 10.1177/1071100718776041.
10. Geertzen JHB, Schans SM, Jutte PC, Kraeima J, Otten E, Dekker R. Myodesis or myoplasty in transfemoral amputations. What is the best option? An explorative study. *Medical Hypotheses* 2019; 124: 7–12. doi: 10.1016/j.mehy.2019.01.008.