

НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПРИ ПОРАНЕННЯХ ВЕЛИКИХ СУДИН КІНЦІВОК В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ. ТУРНІКЕТНИЙ СИНДРОМ ТА ЙОГО ПРОФІЛАКТИКА**І.М. Самарський¹, Е.М. Хорошун²**¹Військово-медичний клінічний центр південного регіону, м. Одеса, Україна²Військово-медичний клінічний центр північного регіону, м. Харків, Україна

Метою дослідження була оцінка поточної практики застосування кровоспинних турнікетів в умовах широкомасштабного російського вторгнення.

Матеріал та методи. Проаналізовані результати госпіталізацій поранених у кінцівки під час бойових дій російсько-української війни (2014-2022), в тому числі дані щодо типу накладених турнікетів, клінічний перебіг поранення в залежності від тривалості накладання турнікету, клінічні виследи після реконструктивних втручань, кількість ампутацій, функціональний стан кінцівок впродовж 24 місячного періоду катамнестичного спостереження. Додатково проведений аналіз клінічних наслідків 12 випадків, коли турнікет знаходився на ураженій кінцівці більше ніж 6 годин. Статистична обробка проведена методами частотного та дисперсійного аналізу із застосуванням програмного забезпечення Statistica 13.0 (TIBCO, США).

Результати. За період активних бойових дій до медичних підрозділів Південного оперативного командування надійшло 2496 хворих із пораненнями кінцівок, які потребували накладання турнікетів. Встановлено структуру поранення у кінцівки в залежності від кількості накладених турнікетів. Термін знаходження турнікета на кінцівці коливався від 50 до 380 хвилин. У 92 (3,7%) випадках були виконані ампутації кінцівок. Кількість летальних випадків склала 101 (4,0%) випадків. За час активних бойових дій ми зіткнулися з 11 випадками тяжкого турнікетного синдрому, у 9 (81,8%) випадках вдалося врятувати кінцівку. Основною причиною ампутацій після тривалого знаходження турнікету була наявність обширних некрозів.

Висновки. При коректному накладанні турнікету час його знаходження на кінцівці не має перевищувати двох годин. За період активних бойових дій до медичних підрозділів Південного оперативного командування надійшло майже 2,5 тисяч хворих із пораненнями кінцівок, які потребували накладання турнікетів. Найбільш часто спостерігалися поранення нижніх кінцівок – 84,4%. Відповідно, ураження верхніх кінцівок зустрічалися у 15,6%. Як правило, поранений мав один накладений турнікет – 61,6%, два турнікети було – 21,4%, три турнікети – у 17,0% випадках. Термін знаходження турнікета на кінцівці коливався в середньому 205,9±8,1 хвилин, тобто у значній кількості випадків мала місце тривала ішемізація тканин. Дотримання правил використання кровоспинного турнікету дозволяє уникнути виникнення турнікетного синдрому. Своєчасне виконання вимог сучасної тактичної медицини щодо тріажу та евакуаційного забезпечення дозволяє в деяких випадках зберегти уражену кінцівку, навіть коли термін накладання турнікету перевищує регламентний.

Ключові слова: кровоспинні турнікети, поранення кінцівок, турнікетний синдром, профілактика.

Вступ. Швидка зупинка кровотечі з великих судин кінцівок є запорукою збереження життя. У минулому кровотеча з кінцівок була найчастішою причиною смертей на полі бою, яких можна було запобігти [1]. Так, за оцінками американських медиків понад 2500 смертей серед особистого складу у В'єтнамі можна було б запобігти, якщо б бійцю вчасно наклали джгут [1, 2]. Навіть в умовах активних бойових дій, як правило, існує можливість самодопомоги та/або взаємної допомоги, у випадку тяжкої кровотечі, що загрожує життю [1, 3, 4].

У сучасній тактичній медицині як окремий розділ розглядається надання допомоги під вогнем (care under fire, CUF) [1, 3], яка надається або пораненим самому собі

реагування або комбатантом, який прибув на місце поранення під час перестрілки. Як правило, у ситуації «Допомога під вогнем» доступне медичне обладнання обмежується тим, що носить потерпілий у його індивідуальній аптечці. При цьому працює правило «Хороша медицина – це погана тактика», тобто те, що є найкращим для пораненого, може бути не найкращим для виконання бойового завдання [3, 4].

У випадку знаходження пораненого на мінному полі або у секторі роботи ворожого снайпера застосування тактики Plan/Grab & Go/Treat, коли поранений усувається з лінії вогню у відкриття де йому надається допомога [1, 3], є неможливим. Крім того, зволікання з накладанням джгута при пораненні великої

судини може бути фатальним – при пораненні стегнової артерії смерть настає вже через три хвилини [1].

Під час російсько-української війни з 2014 по 2022 рік загинуло більше 5000 осіб особового складу, більше 10000 осіб було поранено. Після вторгнення 24.02.2022 лише за неповний місяць загинуло більше 2000 військових та близька 15000 цивільних українців [5]. Наприкінці квітня 2022 року число жертв серед цивільного населення перевищила 30000 осіб. Значна кількість з цих випадків представлена пораненнями кінцівок з ушкодженням артеріальних та венозних судин різного калібру [6].

Традиційний для армії СРСР гумовий турнікет, який був запропонований німецьким хірургом Фрідріхом Августом фон Есмархом під час франко-пруської війни (1870–1871), та згодом удосконалений його співвітчизником Бернардом Рудольфом Конрадом фон Лангебеком, має значну кількість недоліків [7]. У світі в останні роки були розроблені більш досконалі моделі турнікетів (SWAT-Tourniquet (Stretch Wrap And Tuck – еластична упаковка та підкладка), SOF® Tourniquet (Special Operation Forces Tourniquet – джгут сил спеціальних операцій); CAT®-Tourniquet (Combat Application Tourniquet – джгут бойового застосування), MA®-Tourniquet (Mechanical Activated Tourniquet – механічно активований джгут), RATS® (Rapid Application Tourniquet System – турнікетна система швидкого накладання), які пройшли випробовування під час різних збройних конфліктів. Запропоновані ї більш складні турнікетні системи для зупинки кровотеч з пахвинної та пахової ділянки, так звані вузлові турнікети, найбільш поширеним з яких на сьогодні є SAM® Junctional Tourniquet (SJT).

За даними Kragh J.F. et al. застосування турнікетів дозволяє врятувати життя більшості з поранених у гостру фазу бою [8]. При цьому виживання є кращим, коли накладають джгути до того, як постраждали впадають у шоківий стан. Найкращі результати одержані при застосуванні турнікетів CAT. Слід зазначити, що при коректному застосуванні вдається запобігти ампутаціям. На жаль, навіть при правильному застосуванні турнікету можуть виникати певні ускладнення: наприклад до 3% комбатантів після накладання джгутів мають ознаки нейропатії [8, 9].

За даними літератури найбільш частими помилками при накладанні турнікету є наступні [10]:

1. Відмова від застосування або зволікання із застосуванням
2. Недостатньо туге затягування
3. Використання при кровотечі з дрібних судин, яка не загрожує життю
4. Занадто проксимальне накладання якщо місце кровотечі добре видно
5. Занадто тривале перетискання судини, в тому числі на наступних етапах медичної евакуації
6. Знімання турнікету у пацієнта що перебуває у шоці та при короткому часі транспортування до шпитальної бази
7. Не використання другого (або третього) турнікету при пораненні декількох кінцівок
8. Періодичне послаблення турнікету, щоб забезпечити приплив крові до пошкодженої кінцівки.

В одному з досліджень показано, що лише у 35,7% випадків артеріальної кровотечі внаслідок бойової травми турнікети було накладено вірно [11]. Крім того, залишається актуальним питання надання медичної допомоги пораненим у яких турнікет знаходився на кінцівці більше рекомендованого часу (1 година – взимку, 1,5-2 години – влітку). В деяких керівництвах називається термін 2-4 години [12].

Метою дослідження була оцінка поточної практики застосування кровоспинних турнікетів в умовах широкомасштабного російського вторгнення.

Матеріал та методи дослідження. Проаналізовані результати госпіталізацій поранених у кінцівки під час бойових дій російсько-української війни (2014-2022) до початку широкомасштабного вторгнення російських окупаційних військ та після вторгнення. Проаналізовані дані щодо типу накладених турнікетів, клінічний перебіг поранення в залежності від тривалості накладання турнікету, клінічні висліди після реконструктивних втручань, кількість ампутацій, функціональний стан кінцівок впродовж 24 місячного періоду катамнестичного спостереження.

Додатково проведений аналіз клінічних наслідків 12 випадків, коли турнікет знаходився на ураженій кінцівці більше ніж 6 годин.

Статистична обробка проведена методами частотного та дисперсійного аналізу

із застосуванням програмного забезпечення Statistica 13.0 (TIVCO, США).

Результати дослідження та їх обговорення. Поранення магістральних судин – це завжди серйозне ураження, яке має по перше ризик втрати життя внаслідок масивної кровотечі, а в найближчому періоді – втрату кінцівки внаслідок критичної ішемії та інших постішемічних ускладнень. Відповідно до традиційних уявлень (рис. 1) допомога при масивних кровотечах із застосуванням

турнікетів на етапах медичної евакуації надається переважно на передовій ланці (50-60%) всіх випадків. До 30-40% всіх випадків проходять лікування на рівні стабілізаційного пункту, який віддалений від лінії зіткнення на 2-5 км, ще 5-10% поранених потрапляє на рівень бригади підсилення на базі ЦРК (15-20 км) або польового шпиталю (35-50 км). Лише невелика частина поранених потребує лікування у глибокому тилу на госпітальних базах.

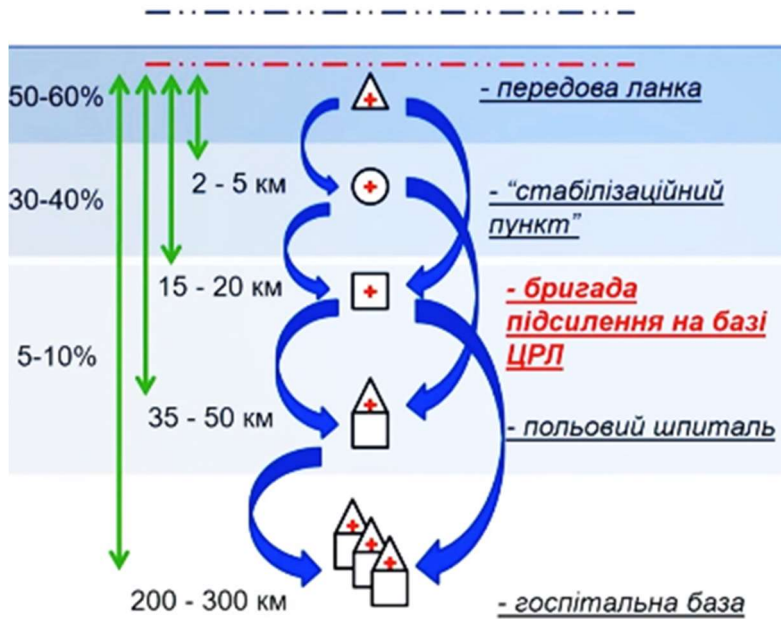


Рисунок 1. Використання турнікетів на етапах медичної евакуації

За період активних бойових дій до медичних підрозділів Південного оперативного командування надійшло 2496 хворих із пораненнями кінцівок, які потребували накладання турнікетів. Найбільш

часто спостерігалися поранення нижніх кінцівок 2107 випадків або 84,4%. Відповідно, ураження верхніх кінцівок зустрічалися у 389 (15,6%).

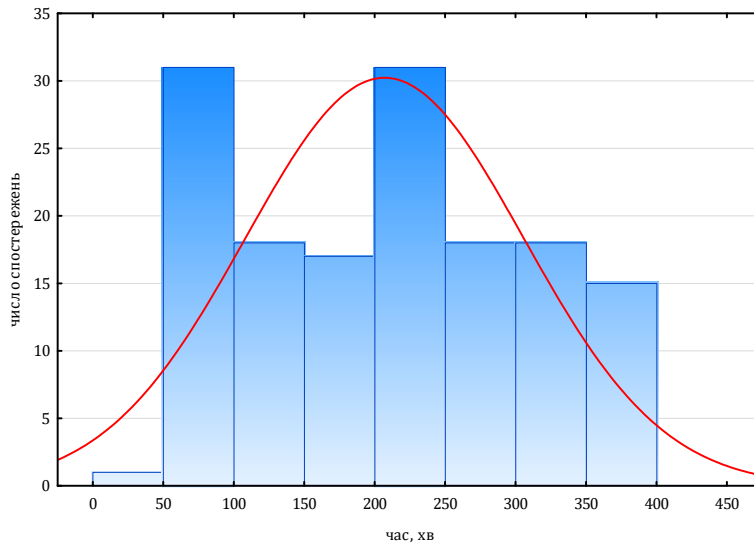


Рисунок 2. Розподіл клінічних випадків застосування турнікетів за часом їх безперервного знаходження на кінцівці

Як правило, поранений мав один накладений турнікет (1538 випадків або 61,6%), два турнікети було накладено у 533 (21,4%), три турнікети – у 425 (17,0%) випадках.

Термін знаходження турнікета на кінцівці коливався від 50 до 380 хвилин (в середньому – 205,9±8,1 хвилин), тобто у значної кількості випадків мала місце тривала ішемізація тканин.

У 92 (3,7%) випадках були виконані ампутації кінцівок, як правило при багатоуламкових вибухових пораненнях, коли можливість виконати реконструктивне втручання була виключена. У 68 (2,7%) поранені померли від наслідків масивної крововтрати, ще у 33 (1,3%) летальний випадок був пов'язаний із інфекційно-

септичними ускладненнями або наявністю фонової коморбідної патології.

При тривалому знаходженні турнікета виникає ризик незворотнього ушкодження м'яких тканин. Зокрема, скелетні м'язи не можуть терпіти ішемію довше ніж 6 годин без повної втрати життєздатності. Втім відомі випадки збереження функціональності кінцівки навіть коли термін накладання турнікету перевищував 15 годин [10].

Наводимо власний клінічний випадок. Постішемичний набряк після накладання турнікета більше 6 годин. Виконана фасціотомія, спостерігався виражений набряк м'язів, закриття рани виконано за допомогою аутодермопластики (рис. 3-7). Перебіг післяопераційного періоду без ускладнень, опорна функція кінцівки відновлена.



Рисунок 3. Виражений набряк м'язів у хворого з турнікетним синдромом

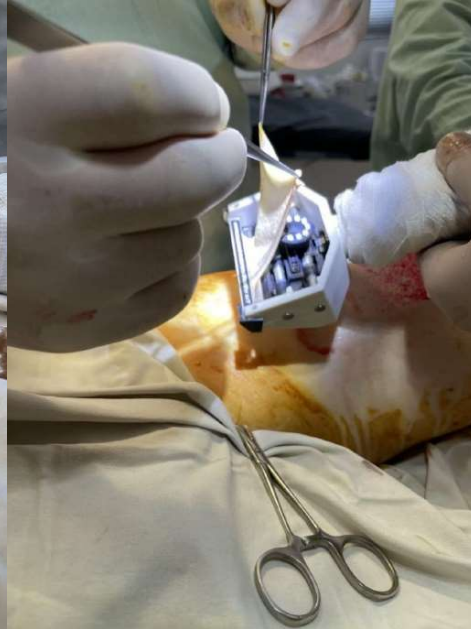


Рисунок 4. Підготовка шкірного клаптя для пластики



Рисунок 5. Етап аутодермопластики

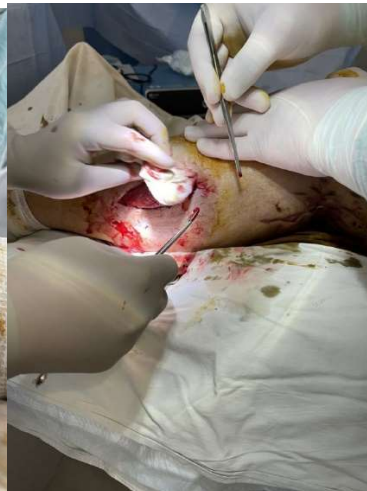


Рисунок 6. Етап втручання



Рисунок 7. Закриття дефекту м'яких тканин після турнікетного синдрому, що розвинувся

Як видно з наведеного, нам вдалося врятувати кінцівку навіть після дуже тривалого терміну знаходження турнікету. Втім, після проведеного лікування у хворого залишалися прояви нейропатії у вигляді зниження чутливості та зменшення м'язової сили при дорсіфлексії.

За час активних бойових дій ми зіткнулися з 11 випадками тяжкого турнікетного синдрому, у 9 (81,8%) випадках вдалося врятувати кінцівку. Основною причиною ампутацій після тривалого знаходження турнікету була наявність обширних некрозів.

Висновки:

1. Підтверджено загальноприйнятю позицію про те, що при коректному накладанні турнікету час його знаходження на кінцівці не має перевищувати двох годин.

2. За період активних бойових дій до медичних підрозділів Південного оперативного

командування надійшло майже 2,5 тисяч хворих із пораненнями кінцівок, які потребували накладання турнікетів. Найбільш часто спостерігалися поранення нижніх кінцівок – 84,4%. Відповідно, ураження верхніх кінцівок зустрічалися у 15,6%. Як правило, поранений мав один накладений турнікет – 61,6%, два турнікети було – 21,4%, три турнікети – у 17,0% випадках.

3. Термін знаходження турнікета на кінцівці коливався в середньому 205,9±8,1 хвилин, тобто у значній кількості випадків мала місце тривала ішемізація тканин.

4. Своєчасне виконання вимог сучасної тактичної медицини щодо тріажу та евакуаційного забезпечення дозволяє в деяких випадках зберегти уражену кінцівку, навіть коли термін накладання турнікету перевищує регламентний.

References

1.Kotwal, R.S., Montgomery, H.R., Kotwal, B.M., Champion, H.R. & Holcomb, J.B. (2011). Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg.* 146(12) 1350-8. doi: 10.1001/archsurg.2011.213. Epub 2011 Aug 15. PMID: 21844425.

2.Strusinski, B. (2020). Care Under fire Paperback. Ph., Wisdom. 222.

3.Jaeger, J.M., Rice, D.C., Albright-Trainer, B. (2021). Battlefield Medicine: Anesthesia and Critical Care in the Combat Zone. *Anesthesiol Clin.* 39(2) 321-336. doi: 10.1016/j.anclin.2021.03.002. PMID: 34024434.

4.Istoriia evoliutsii krovospynnykh dzhhutiv-turniketiv. <https://sich.ua/evolution/> [in Ukrainian].

5.Kragh, J.F.Jr., Aden, J.K. 3rd, Dubick, M.A. (2020). Tourniquets Last to Tourniquets First. *J Spec Oper Med.* 20(2) 20-21. PMID: 32573738.

6.Murphy, C.G., Winter, D.C., Bouchier-Hayes, D.J. (2005). Tourniquet injuries: pathogenesis and modalities for attenuation. *Acta Orthop Belg.*71(6). 635-45. PMID: 16459851.

7.Tourniquet Safety: Mechanisms and Prevention of Injuries <https://tourniquets.org/tourniquet-injuries-mechanisms-and-prevention>

8.Kragh, J.F. Jr, Walters, T.J., Westmoreland, T., Miller, R.M., & Butler, F.K. (2013). Tragedy into drama: an american history of tourniquet use in the current war. *J Spec Oper Med.* 13(3). 5-25. PMID: 24048983.

9.Masri, B.A., Eisen, A., Duncan, C.P. et al. (2020). Tourniquet-induced nerve compression injuries are caused by high pressure levels and gradients – a review of the evidence to guide safe surgical, pre-hospital and blood flow

restriction usage. *BMC biomed eng.* 2.7 combat wounds: a case report and review of the current literature. *J Orthop Trauma.* 21(4). 274-8. <https://doi.org/10.1186/s42490-020-00041-5> doi:10.1097/BOT.0b013e3180437dd9. PMID: 17414556
10. Kragh, J.F. Jr., Baer, D.G., Walters, T.J. (2007). Extended (16-hour) tourniquet application after

PROVISION OF FIRST MEDICAL AID FOR INJURIES OF THE LIMB LARGE VESSELS IN COMBAT CONDITIONS. POST-TOURNIQUET SYNDROME AND ITS PREVENTION

I.M. Samarskyi¹, E.M. Khoroshun²

¹Military Medical Clinical Center of the Southern Region, Odesa, Ukraine

²Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine

The purpose of the study was to evaluate the current practice of using hemostatic tourniquets in the conditions of a large-scale Russian invasion.

Material and methods. The results of hospitalizations of the wounded in the limbs during the hostilities of the Russian-Ukrainian war (2014-2022) were analyzed, including data on the type of tourniquets applied, the clinical course of the injury depending on the duration of the tourniquet application, clinical outcomes after reconstructive interventions, the number of amputations, functional status of the limbs during the 24-month period of observation. In addition, analysis of the clinical consequences of 12 cases when the tourniquet has been applied on the limb for timeframe of more than 6 hours was carried out. Statistical processing was carried out by methods of frequency and variance analysis using Statistica 13.0 software (TIBCO, USA).

Results. During the period of active hostilities, the medical units of the Southern Operational Command received 2,496 patients with limb injuries that required the application of tourniquets. The structure of the wound in the limbs was determined depending on the number of applied tourniquets. The duration of the tourniquet on the limb ranged from 50 to 380 minutes. Limb amputations have been performed in 92 (3.7%) cases. The number of fatal cases was 101 (4.0%). During active hostilities, we encountered 11 cases of severe post-tourniquet syndrome, in 9 (81.8%) cases the limb has been saved. The main reason for amputations after a long stay of the tourniquet was the presence of extensive necrosis.

Conclusions. When the tourniquet is applied correctly, its time on the limb should not exceed two hours. During the period of active hostilities, the medical units of the Southern Operational Command received almost 2.5 thousand patients with limb injuries that required the application of tourniquets. Injuries of the lower extremities were most often observed in 84.4%. Accordingly, lesions of the upper extremities occurred in 15.6%. As a rule, the injured person had one applied tourniquet in 61.6% of cases, two tourniquets in 21.4%, and three tourniquets in 17.0% of cases. The duration of tourniquet application on the limb was on average 205.9±8.1 minutes, that was in a significant number of cases, prolonged ischemia of tissues took place. Adherence to the rules for using a hemostatic tourniquet avoids the occurrence of post-tourniquet syndrome. Timely execution of the requirements of modern tactical medicine regarding triage and evacuation support allows in some cases to save the affected limb, even when the term of applying the tourniquet exceeds the regulatory.

Key words: hemostatic tourniquets, limb injuries, post-tourniquet syndrome, prevention.

Конфлікт інтересів: відсутній.

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

Відомості про авторів:

Самарський І.М. ^{A,B,C,D} – полковник медичної служби, кандидат медичних наук, начальник відділення судинної хірургії Військово-медичного клінічного центру південного регіону, м. Одеса, Україна

Хорошун Е.М. ^{A,E,F} – полковник медичної служби, начальник Військово-медичного клінічного центру північного регіону, м. Харків, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних;

D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті.

Information about authors:

Samarskyi I.M. ^{A,B,C,D} – PhD med., Colonel of Military Medical Service, Military Medical Clinical Center of the Southern Region, Odesa, Ukraine.

Khoroshun E.M. ^{A,E,F} – colonel of Military Service, Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine.

A – study concept and design; B – data acquisition; C – data analysis and interpretation;

D – compiling the article; E – article editing; F – finalization of the article.

Адреса для листування: Пироговська вулиця, 2/2, Одеса 65000

