
SWorld

Germany



*Chorna V.V., Hrynzovskyi A.M., Kalashchenko S.I., Nesterova S.,
Tymchuk Y.V., Kolomiets V.V., Lypkan V.M., Liubartseva V.V.*

ENTWICKLUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN DENKENS

**ANALYSE DER VERWENDUNG, WIRKSAMKEIT UND KOMPLIKATIONEN VON
GERÄTEN ZUR TEMPORÄREN BLUTUNGSKONTROLLE IN MILITÄRISCHEN
KONFLIKTEN AUF DER GANZEN WELT UND DER ERFAHRUNGEN DER
STREITKRÄFTE DER UKRAINE WÄHREND DES KRIEGES**

SCIENTIFIC THOUGHT DEVELOPMENT

**ANALYSIS OF THE USE, EFFECTIVENESS, COMPLICATIONS OF TEMPORARY
BLEEDING CONTROL DEVICES IN MILITARY CONFLICTS AROUND THE WORLD AND
THE EXPERIENCE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE DURING THE WAR**

Monographic series «European Science»

Book 41. Part 6.

*In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten
Included in International scientometric databases*

MONOGRAPHIE
MONOGRAPH

*ScientificWorld-Net Akhat AV
Karlsruhe 2025*

Authors:

Chorna V.V., Hrynzovskyi A.M., Kalashchenko S.I., Nesterova S.,
Tymchuk Y.V., Kolomiets V.V., Lypkan V.M., Liubartseva V.V.

Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens: Analyse der Verwendung, Wirksamkeit und Komplikationen von Geräten zur temporären Blutungskontrolle in militärischen Konflikten auf der ganzen Welt und der Erfahrungen der Streitkräfte der Ukraine während des Krieges. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 41. Teil 6. 2025.

Scientific thought development: Analysis of the use, effectiveness, complications of temporary bleeding control devices in military conflicts around the world and the experience of the armed forces of Ukraine during the war. Monographic series «European Science». Book 41. Part 6. 2025.

ISBN 978-3-98924-102-2

DOI: 10.30890/2709-2313.2025-41-06

Published by:

ScientificWorld-NetAkhatAV

Lußstr. 13

76227 Karlsruhe, Germany

e-mail: editor@promonograph.org

site: <https://desymp.promonograph.org>

Copyright © Authors, 2025

Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2025



ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Chorna V.V.*, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, ORCID 0000-0002-9525-0613
2. *Hrynzovskyi Anatolii Mykhailovych*, Doctor of Medical Sciences, Professor, Bogomolets National Medical University, ORCID 0000-0002-8391-5294
3. *Kalashchenko Svitlana Ihorivna*, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bogomolets National Medical University, ORCID 0000-0002-9942-7607
4. *Nesterova Svitlana*, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, ORCID 0000-0002-9621-0218
5. *Tymchuk Yevgenia Viktorivna*, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, ORCID 0009-0009-0219-3161
6. *Kolomiets V. V.*, student, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, ORCID 0009-0006-2991-6241
7. *Lypkan V.M.*, graduate student, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, ORCID 0009-0007-9662-609X
8. *Liubartseva V.V.*, student, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, ORCID 0009-0008-8269-1760



Inhalt / Content

INTRODUCTION.....	6
-------------------	---

CHAPTER 1

THE EVOLUTION OF TOURNIQUET USE IN MILITARY AND MEDICAL HISTORY: A MEANS OF CONTROLLING MASSIVE BLEEDING

1.1. Historical development of tourniquet use as a means of controlling massive bleeding in the military and medical field	8
1.2. Modern types of tourniquets in military conflicts: evolution, effectiveness, risks of use.....	17
1.2.1. Bleeding control tourniquets approved by the Committee on Tactical Casualty Care in Combat (CoTCCC).....	17
1.2.2. Combat use tourniquet (CUT).....	18
1.2.3. Special Operations Forces Tactical Tourniquet (SOFTT)	18
1.2.4. EMERGENCY & MILITARY TOURNIQUET for emergency and military assistance (EMT).....	19
1.2.5. Combat Ready Clamp (CRoC).....	20
1.2.6. Junctional Emergency Treatment Tool (JETT) - a node-type emergency medical aid tool	21
1.2.7. SAM Junctional Tourniquet (SJT).....	21
1.2.8. Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet-Stabilised (AAJT) tourniquet	22
1.3. Tourniquets used by the armed forces of the Russian Federation	23
1.3.1. NISI RKKA, 'Nisi RKK'	23
1.3.2. Esmarch tourniquet with a tubular shape, 'Esmarch tourniquet'	23
1.3.3. Alpha tourniquet.....	24
1.3.4. Turnstile TKB-1.....	24
1.3.5. Harness LCD-02	25
1.4. Tourniquets used by the Armed Forces of Ukraine in the Russian-Ukrainian conflict.....	25
1.4.1. SICH-Turnstile (manufactured by SICH-Ukraine).....	26
1.4.2. Dnipro II tourniquet.....	26
1.5. Advantages and disadvantages of harnesses/turnstiles in military conflicts	27

CHAPTER 2

IMPACT OF TOURNIQUET APPLICATION METHODS ON SURVIVAL AND RECOVERY OF WOUNDED.....30



CHAPTER 3
COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH THE USE OF TOURNIQUETS...33

CHAPTER 4
TOURNIQUETS IN COMBAT: THE EXPERIENCE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE IN TERMS OF EFFECTIVENESS AND SAFETY OF USE.....37

CHAPTER 5
ANALYSIS OF CURRENT RESEARCH ON THE RISKS AND COMPLICATIONS OF TOURNIQUET SYNDROME IN MODERN MILITARY CONFLICTS.....53

CHAPTER 6
RECOMMENDATIONS FOR THE SAFE USE OF TOURNIQUETS IN STOPPING MASSIVE BLEEDING.....65

CONCLUSIONS 67

References 69



Einführung / Introduction

Кровотеча є однією з провідних причин смертності серед поранених у зонах бойових дій, поступаючись лише ураженням центральної нервової системи. Нелікована масивна кровотеча здатна призвести до летального кінця протягом лічених хвилин, тому своєчасна та ефективна її зупинка розглядається як ключова складова системи тактичної медицини [1].

Методи зупинки кровотечі мають тисячолітню історію. Одним із найдавніших відомих джерел, що містить опис хірургічних процедур, зокрема контролю кровотечі, є папірус Едвіна Сміта (бл. 1600 р. до н.е.). У цьому документі описані техніки прямого тиску на рану, накладання перев'язок (лігатур) та швів – прийомів, які стали базисом для розвитку хірургії та екстреної допомоги [2]. Принципи, закладені ще в давнину, зберігають свою актуальність і в сучасній військово-медичній практиці: виявлення джерела кровотечі та негайне її припинення залишається основою порятунку життя.

Еволюція засобів тимчасової зупинки кровотечі пройшла довгий шлях. Протягом історії засоби контролю кровотечі значно вдосконалювались. Зокрема, інноваційним проривом стало створення турнікета **Combat Application Tourniquet (CAT)** у 2004 році для Сил спеціальних операцій США. Пристрій, розроблений Тедом Вестморлендом, швидко пройшов адаптацію до потреб регулярних військ. Відтоді турнікет зазнав численних модифікацій; нині використовується його восьме покоління (Generation 8), яке відповідає міжнародним стандартам тактичної медицини з точки зору ефективності, ергономіки та безпеки застосування.

Підвищення ефективності турнікетів супроводжувалося й зростанням частоти їх використання. Зокрема, у дослідженні Kragh J.F. Jr (2011), яке охоплює період 2001–2010 років, встановлено, що застосування джгутів у ЗС США зросло з 4% до 40%, що було зумовлено змінами у характері бойових дій та розширенням знань щодо тактичної медицини [3].

Клінічна ефективність турнікетів у бойових умовах, які отримані в ході



військових операцій Армії оборони Ізраїлю, свідчать про високу ефективність використання турнікетів у критичних ситуаціях. За результатами одного з досліджень, 87,8% постраждалих вижили завдяки швидкому й грамотному накладанню джгута безпосередньо після поранення, незалежно від типу травми чи зброї [4]. Проте 25,7% випадків вимагали проведення конверсії турнікета в процесі евакуації, у 2,2% з них знадобилося накладення нового турнікета через неефективність попереднього. Крім того, 8,8% пацієнтам виконано фасціотомію, що вказує на ризик ішемічного ураження тканин при тривалому використанні джгута. Загальний рівень ускладнень, зокрема неврологічних і судинних, становив 11,7% серед поранених [5].

Фактор евакуації та його вплив на виживаність від моменту травми до надання кваліфікованої допомоги є критичним чинником для виживання. У ході збройного конфлікту в Україні спостерігається позитивна динаміка щодо часу евакуації: з 4,6 год у 2014 році до 2,6 год у 2023 році, що значно підвищило шанси на порятунок життя постраждалих [1]. Таке скорочення стало можливим завдяки покращенню логістики, стандартизації тактичної медицини та ефективнішій підготовці військових медиків.

Актуальність в умовах війни в Україні під час повномасштабної війни, що триває з 2022 року, вивела проблему масивної кровотечі та її контролю в один із пріоритетів військової медицини. Осучаснення озброєння, високий рівень кінетичної енергії поранень, множинні ураження вибухового характеру обумовлюють зростання потреби в ефективних засобах зупинки кровотечі. У таких умовах турнікети, гемостатичні засоби та знання тактичної медицини набувають критичного значення [1].

Крім того, актуальним є підвищення рівня навчання не лише військовослужбовців, а й цивільного населення, яке часто стає першою ланкою допомоги в умовах обстрілів та масових уражень. Програми Tactical Combat Casualty Care (TCCC) та Stop the Bleed довели свою ефективність у зниженні летальності при правильно організованому навчанні [6-8].



KAPITEL 1 / CHAPTER 1

THE EVOLUTION OF THE USE OF THE TOURNIQUET IN MILITARY AND MEDICAL HISTORY: A MEANS OF CONTROLLING MASSIVE BLEEDING

1.1. Історичний розвиток застосування джгута як засобу контролю масивної кровотечі у військовій та медичній сфері

Історія Проблема масивних крововтрат та методів їх тимчасового контролю має давню історію і розглядалася ще в найраніші періоди розвитку людства. Еволюція засобів тимчасової зупинки кровотечі, зокрема джгутів, відображена у численних історичних джерелах і простежується від перших згадок у стародавніх текстах до сучасних протоколів екстреної медичної допомоги. Використання джгутів, зокрема шкіряних пов'язок, широко описувалось у працях хірургів, що працювали у лікарнях, а також військових хірургів, які здійснювали медичну допомогу безпосередньо на місці травми при венозних та артеріальних кровотечах [3, 4].

Еволюція медичних пристроїв, зокрема джгутів, охоплює понад дві тисячі років розвитку – від простих шкіряних пов'язок, що обмотували кінцівки пацієнтів, до сучасних цифрових пристроїв, які широко застосовуються у хірургії у всьому світі. Джгути зазнали значних змін як у конструкції, так і в методах застосування, як у військових конфліктах на полі бою до медичних закладів.

Історично розвиток джгутів тісно пов'язаний із військовими конфліктами, які стимулювали їхнє широке впровадження в травматології, невідкладній медицині та плановій хірургії. Аналіз хронології їх удосконалення дозволяє простежити вплив воєнних дій на формування сучасних стандартів використання.

Розвиток джгутів відображає зростання наукових знань у галузі фізіології та анатомії людини, а також технічний прогрес, який істотно вплинув на їх конструкцію та функціональність. Визначні постаті в історії хірургії, такі як Sushruta, Fabricius Hildanus, John Louis Petit, Joseph Lister, Harvey Cushing and



James McEwan, внесли вагомий внесок у еволюцію джгутів, сприяючи їхній популяризації та модернізації.

Погляди на застосування джгутів змінювалися залежно від епохи і часто були предметом суперечок. Сучасні дані, зібрані під час військових конфліктів, стали підґрунтям для впровадження їх активного використання в клінічній практиці. Останні тенденції у хірургії свідчать про подальше удосконалення методів застосування джгутів та їх важливу роль у майбутньому розвитку медицини [9].

У період 25 р. до н.е. – 50 р. н.е. давньоримські лікарі Archigenes and Heliodorus застосовували методи тимчасової зупинки кровотечі у поранених військовослужбовців шляхом накладання тканинних стрічок, шкіряних ременів або бронзових кілець. Ці засоби обвивали навколо ушкодженої ділянки, розміщуючи їх безпосередньо проксимальніше та дистальніше від місця поранення, з багаторазовим обмотуванням кінцівки (два-три оберти). Такий підхід, що практикувався в Стародавньому Римі за часів Цельса, забезпечував помірний компресійний ефект і сприяв запобіганню подальшій крововтраті.

Водночас, історичне застосування джгута, який забезпечував повну зупинку кровообігу в кінцівці, асоціювалося з високим ризиком розвитку ішемічних ускладнень, включно з ампутацією. Перші згадки про використання джгута датуються приблизно 200 роком до н.е., і його застосування продовжувалося щонайменше до 500 року н.е., охоплюючи весь період Римської імперії [10].

Galen, один із найвизначніших хірургів та медичних теоретиків Римської імперії, виступав проти застосування джгутів, аргументуючи це тим, що їх використання може посилювати кровотечу та сприяти розвитку гіпотензії, що, у свою чергу, порушує венозне повернення і ускладнює стабілізацію пацієнта [11].

Індійський хірург Sushruta, який жив між 800 та 600 роками до н.е. застосовував техніку фіксації кровоносних судин за допомогою шкірних клаптів, які сам виготовив і щільно притискаючи їх до ділянки поранення [12-14].

Перші згадки про використання аналогів сучасного джгута датується у



період праці Edwin Smith в Єгипті 1600 р.до н.е. Кровотеча є одним із найпомітніших проявів травми. Методи її зупинки, такі як прямий тиск, лігатура та накладання швів для закриття ран, описані ще в хірургічному папірусі Edwin Smith, датованому близько 1600 року до нашої ери. Відомо, що припікання та перев'язування ран використовувалися ще в давнину – про це свідчить класична грецька сцена, на якій Achilles лікує поранену руку Patroclus під час Троянської війни. Народна та офіційна медицина застосовували кровоспинні засоби, такі як сірка, а також прокоагулянти, наприклад павутину. З епохою Відродження, завдяки значним відкриттям у анатомії та кровообігу, почали активно використовувати джгути та проводити дедалі складніші ампутації для контролю кровотеч із кінцівок. Відомий хірург Наполеона, Dominic Larrey, за 24 години після Бородінської битви здійснив близько 200 ампутацій, серед яких 5,5% операцій на плечі [2].

У XVI столітті французький хірург Ambroise Paré (1510–1590) уперше систематизував використання компресійної пов'язки як методу тимчасової зупинки масивної кровотечі під час ампутацій. Він застосовував тугу пов'язку, яку накладав проксимальніше зони ампутації, з метою втягнення м'яких тканин (переважно м'язів) і оголення ділянки кістки для її подальшого перетину. Це також забезпечувало наявність достатнього об'єму м'якотканинного покриву для формування культі.

Компресійна пов'язка виконувала кілька функцій: механічно стискала судини, зменшуючи або повністю припиняючи артеріальний і венозний кровотік; сприяла тимчасовому знеболенню за рахунок компресії нервових структур; а також мінімізувала інтраопераційну крововтрату. За свідченням самого Ambroise Paré, хірург мав оцінювати інтенсивність кровотечі: у разі надмірного крововиливу – зупинити його, а при надто повільному – стимулювати, з огляду на фізіологічну доцільність очищення судинного русла. Після ампутації Ambroise Paré рекомендував допустити контрольовану постпроцедурну кровотечу, зважаючи на загальний стан пацієнта. Він вважав, що помірна крововтрата сприяє зниженню ризику розвитку запального процесу



та інших ускладнень у післяопераційний період. Окремі судини при цьому перетискалися за допомогою хірургічних щипців і перев'язувалися ниткою (лігатурою). Лише після цього знімали компресійний бандаж.

Таким чином, метод Ambroise Paré демонстрував поєднання ранніх принципів гемостазу, аналгезії та профілактики післяопераційних ускладнень, що стало основою для подальшого розвитку хірургічної практики [3, 4, 15-17].

Ambroise Paré, що для зупинки кровотечі після ампутації верхню частину кінцівки слід перев'язувати довгим шнурком, подібним до того, яким жінки зав'язують волосся. Подальше вдосконалення методів зупинки кровотечі передбачало застосування палички для скручування стискаючої пов'язки — техніку, яка приписується Hilden (1560 – 1624), Morell (1674), and James Yong (1679) [3, 4, 17].

Історія вдосконалення турнікета отримала подальший розвиток у 1517 році, коли прусський хірург Hans von Gersdorff у своєму трактаті *Feldtbuch der Wundartzney* («Польовий підручник з хірургії») описав застосування кровоспинних засобів у військовій медицині, конструктивно подібних до сучасних турнікетів. У процесі ампутацій він застосовував тканинний джгут для тимчасового припинення кровотечі. Для зменшення післяопераційної кровотечі куксу кінцівки покривали сечовим міхуром великої рогатої худоби або свині, що мало забезпечити гемостатичний ефект та захист рани [18-20].

У працях німецького хірурга Guilhelmus Fabricius Hildanus (XVI–XVII ст.) було описано конструкцію джгута типу «strap-and-buckle tourniquet» («ремін з пряжкою»), який застосовувався для тимчасової зупинки кровотечі під час хірургічних втручань, зокрема ампутацій. Хірург запропонував використання дерев'яної палиці, що слугувала інструментом для скручування циркулярної стягувальної пов'язки. Завдяки такому механізму вдавалося досягти достатньої механічної переваги для компресії кінцівки. Зазначену палицю іноді називали «іспанською лебідкою», що підкреслювало її здатність забезпечити контрольовану та ефективну зупинку кровотечі [3, 4].

У 1718 році французький хірург Jean-Louis Petit (1674–1750) представив



свій інноваційний пристрій Королівській академії наук у Парижі, використавши термін *tourniquet à vis* — «джгут із гвинтовим механізмом». Назва походить від латинського *turnere* («повертати») та французького *vis* («гвинт»). Пристрій складався зі стрічки та дерев'яного або металевого штифта, який дозволяв здійснювати контрольований тиск на кінцівку для зупинки кровотечі.

Jean-Louis Petit запропонував новий підхід до зупинки кровотеч: накладання компресії на великі судини за допомогою тканинної смужки, яку двічі обертали навколо кінцівки і затягували паличкою, вставленою у вузол. У своїх працях він писав: «Після того, як цю паличку вставлено, її обертають, скручують, щоб перетиснути кінцівку по колу та зупинити кровообіг».

З метою мінімізації болю та забезпечення швидкого контролю над кровотечею, Jean-Louis Petit винайшов і вдосконалив турнікет із гвинтовим механізмом затягування. Він підкреслював перевагу свого методу тим, що особа взмозі самостійно керувати пристроєм без допомоги іншої особи, регулюючи ступінь стискання точно й оперативно. «Нарешті, він стискає лише ті судини, які потрібно, обережно впливаючи на решту; це досконалість, яку деякі невігласи сприймають як недолік», – зауважував Jean-Louis Petit.

Першу письмову згадку терміна *турнікет* також пов'язують саме з Jean-Louis Petit. Його конструкція, створена на основі попередніх моделей, зокрема іспанської «закрутки» Мореля, вирізнялася здатністю до локального стискання артерії з мінімальним ризиком пошкодження прилеглих тканин – значний крок уперед у хірургічній практиці того часу [12].

Письмові джерела, датовані 1674 роком, що стосуються бойових дій під час битви у Фландрії, містять одну з перших задокументованих згадок про застосування засобів тимчасової зупинки кровотечі. Військовий хірург Etienne Morel описав метод, який отримав назву «іспанська закрутка» – конструкцію, що складалася з ремня, протягнутого через дерев'яний брусок із отворами на обох кінцях. Навколо кінцівки фіксувалася петля, до якої вставлялася палиця; за допомогою обертання її використовували як лебідку для створення тиску. Цей пристрій отримав назву блочного джгута або джгута Morel.



Згодом англійський хірург James Yong провів аналіз цієї техніки та вказав на її обмежену ефективність. Зокрема, він зауважив, що досягнути повної зупинки артеріальної кровотечі було складно через недостатню компресію в місці накладання джгута, що знижувало його клінічну доцільність у критичних кровотечах [2, 21].

Хірург Joseph Lister (1827-1912), став першим, хто застосував безкровне операційне поле, створене за допомогою джгута, під час хірургічного втручання, не пов'язаного з ампутацією. У випадку резекції зап'ястя він описував необхідність утримування кінцівки у піднятому положенні протягом трьох хвилин до накладання джгута – з метою забезпечення відтоку венозної крові та мінімізації крововтрати під час операції [22].

Наступним значущим етапом у розвитку засобів тимчасової зупинки кровотечі стало впровадження плоского гумового бинта, розробленого професором хірургії Кільського університету Johann Friedrich August von Esmarch у 1873 році. Він рекомендував уникати застосування гумового бинта в умовах наявності гнійного процесу в м'яких тканинах через ризик поширення інфекції – положення, що згодом стало усталеним клінічним стандартом. Подальший внесок у вдосконалення турнікетів зробив Harvey Cushing, який, не задовольнившись результатами використання бинта Есмарха через його потенційні неврологічні ускладнення, розробив пневматичний джгут. Цей пристрій був натхненний принципом дії барометра крові та став новим етапом у підвищенні безпечності та ефективності контролю кровотечі під час оперативних втручань [23, 24].

На початку ХХ століття доктор Rudolf Matas запропонував інноваційний метод тимчасової зупинки артеріальної кровотечі — механічний пристрій, відомий як **«компресор Матаса»**, призначений для накладання зовнішньої компресії на стегнову артерію в ділянці Гюнтерівського каналу. Цей метод дозволяв не лише ефективно зупинити кровотечу, але й оцінювати ступінь розвитку колатерального кровообігу дистальніше від місця оклюзії. У сучасній практиці функціональним аналогом цього пристрою є турнікет **«The Cros»**, який



використовується для контролю геморагій у паховій ділянці. Його конструкція та принцип дії є прямим продовженням концепції, закладеної у компресорі Матаса, що ілюструє еволюцію технічних засобів тимчасової зупинки кровотечі.

У 1904 році нейрохірург Harvey Cushing адаптував сфігмоманометр Riva-Rossa для створення **пневматичного джгута**, який забезпечував контрольовану компресію м'яких тканин та судинних пучків за допомогою нагнітання повітря у манжетоподібний міхур. Такий тип джгута забезпечував більш рівномірний розподіл тиску на велику площу, порівняно з попередніми еластичними або тканинними джгутами, зокрема джгутом Есмарха. До переваг пневматичних джгутів відносилися простота застосування, підвищена безпечність завдяки можливості точного регулювання тиску, а також зменшення ризику ішемічного ураження нервів і тканин.

Параліч, спричинений використанням джгута, є серйозним ускладненням, яке найчастіше виникає після операцій. У період з 1972 по 1992 рік у авторів було зареєстровано 15 таких випадків: 46,7% після планових операцій на верхній кінцівці та 53,3% – після мікрохірургічних втручань. Частота паралічу в першій групі становила 1 випадок на 7000 операцій, що відповідає даним літератури. У другій групі ускладнення виникали частіше – 1 випадок на 4300 операцій.

У всіх 15 пацієнтів не виявлено симптом Тінеля. Клінічна картина варіювалася від простої гіпералгезії до алодинії та каузалгії. Особливо тривожним є те, що ураження зазвичай охоплює всі основні нерви верхньої кінцівки (серединний, променевий і ліктьовий) дистально від ліктьового суглоба. У 86,7% випадках було уражено одразу три нерви, у 13,3% – лише ліктьовий нерв частково. Сильніше за все уражався променевий нерв.

Термін повного відновлення у першій групі становив у середньому 105 днів (від 30 до 210 днів), у другій – 115 днів (від 20 до 180 днів). Лише один пацієнт із першої групи мав неповне функціональне відновлення.

З огляду на власний досвід, автори рекомендують враховувати такі загальні фактори безпеки перед застосуванням джгута: повна заборона для пацієнтів із вродженою схильністю до стиснення нервів; обережність при



нейропатіях, порушеннях згортання крові, кахексії та системному червоному вовчаку. При мікрovasкулярних операціях використання джгута слід обмежувати лише першою фазою реплантації [25, 26].

Методику застосування джгутів з часом було суттєво вдосконалено. У 1908 році німецький хірург August Bier запропонував новаторський метод регіонарної внутрішньовенної анестезії кінцівок. Він полягав у накладанні джгута вище місця втручання та введенні анестетика безпосередньо у вену, що забезпечувало ефективне знеболення з мінімальними системними ефектами. Надалі конструкції джгутів постійно модернізувалися, ставали надійнішими та безпечнішими у використанні. Зокрема, у 1984 році канадський інженер-біотехнолог з Ванкувера Mac Evan розробив мікрокомп'ютеризовані системи джгутів, що дозволили точно контролювати тиск, тривалість накладання та зменшити ризики ускладнень. Сучасні автоматизовані системи турнікетів оснащені функцією безперервного моніторингу тиску та тривалості його аплікації, що дозволяє мінімізувати ризик раптового зниження тиску внаслідок можливих технічних збоїв, зокрема втрати електропостачання, або помилок персоналу. Крім того, ці пристрої здатні визначати індивідуальний середній тиск оклюзії для кожного пацієнта, що підвищує ефективність і безпеку їх застосування [24, 27-30].

Попри появу інноваційних розробок, традиційні засоби тимчасової зупинки кровотечі – зокрема джгут Есмарха та компресор Матаса – ще тривалий час залишались актуальними, особливо в умовах догоспітального етапу надання допомоги при бойових ураженнях.

Револьюційним проривом у цій галузі стало створення у 2004 році турнікета Combat Application Tourniquet (CAT) для Сил спеціальних операцій США, автором якого був Ted Westmoreland. Уже в 2005 році цей турнікет був адаптований для потреб регулярних підрозділів збройних сил. Від моменту свого впровадження CAT зазнав низки конструктивних модифікацій, що відображають еволюцію вимог до його функціональності, ергономіки та безпеки застосування. Станом на сьогодні використовується восьме покоління



пристрою (Generation 8), яке відповідає сучасним тактичним і медичним стандартам [5].

У 2001–2010 роках Kragh J.F. Jr провів дослідження щодо застосування джгутів у Збройних силах США. Автор встановив, що за цей період частота використання джгутів зростає з 4,0% до 40,0%, що було зумовлено осучасненням озброєння та змінами характеру бойових дій. У ході аналізу виживаності поранених військовослужбовців у залежності від тяжкості травм за шкалою тяжкості травм (Injury Severity Score) було виявлено такі результати:

- при травмах середньої тяжкості (3 ступінь) рівень виживаності становив до 98,0%,
- при тяжких травмах (4 ступінь) — до 76,0%,
- при критичних або вкрай тяжких пораненнях (5 ступінь) виживання не спостерігалось [6].

Під час військової операції Медичний корпус Армії оборони Ізраїлю після накладання джгутів при критичних кровотечах 87,8% вижили в зв'язку швидкого використання джгута при будь-якій травмі і виду зброї при умові якщо військовослужбовець володіє навичками щодо накладання джгута при пораненні кінцівки для припинення критичної кровотечі на полі бою. 25,7% військовослужбовцям під час евакуації проведено конверсію із них 2,2% не вдалось зупинити масивну кровотечу і було накладено новий турнікет, 8,8% військовослужбовцям проведено фасціотомію. Загальний рівень ускладнень (неврологічні як з ушкодженням судин, так і без) склав 11,7% від усіх поранених. За даними науковців Ізраїлю за період 2006-2015 рр. стався переломний період для застосування новітніх джгутів, що суттєво зменшило рівень ампутації кінцівок у військовослужбовців через збільшення обізнаності вчасного використання новітніх джгутів на полі бою як самопомога [7, 31].

У дослідженні Tiruneh A. (2024) було проаналізовано показники виживаності військовослужбовців у період з 2014 по 2023 рік під час масштабних збройних конфліктів між Ізраїлем та ХАМАС. Автор виявив зростання частоти тяжких критичних травм (здебільшого поранень тулуба та кінцівок) з 13,7% у



2014 році до 18,6% у 2023 році. Водночас рівень летальності серед постраждалих знизився з 28,6% у 2014 році до 17,3% у 2023 році. Одним із ключових факторів, що вплинув на покращення виживаності, стало значне скорочення середнього часу евакуації з зони бойових дій — з 4,6 години у 2014 році до 2,6 години у 2023 році. Це, у свою чергу, сприяло зменшенню кількості ускладнень та загальному покращенню результатів лікування [8].

1.2. Сучасні типи джгутів у воєнних конфліктах: еволюція, ефективність, ризики застосування

1.2.1. Джгути для зупинки кровотечі, які затверджені Комітетом з тактичної допомоги пораненим у бойових діях (CoTCCC)

Протокол ТССС: роль турнікетів у тактичній допомозі при травмах

Протокол тактичної допомоги при травмах (Tactical Combat Casualty Care, ТССС) був започаткований у 1996 році, а перша офіційна редакція була підготовлена Комітетом з тактичної допомоги при травмах (CoTCCC) у 2001 році. За більш ніж два десятиліття постійного вдосконалення, адаптації та перевірки в умовах бойових дій, ТССС став міжнародно визнаним стандартом надання медичної допомоги пораненим у зоні бойових дій.

Протокол поділяє надання допомоги на три основні етапи:

- 1. Допомога під вогнем або загрозою (Care Under Fire/Threat)**
- 2. Тактична польова допомога (Tactical Field Care)**
- 3. Тактична евакуаційна допомога (Tactical Evacuation Care)**

Найбільш критичним і водночас обмеженим за можливостями втручання є перший етап – допомога під вогнем. У цей період єдиним ефективним способом порятунку життя при масивній кровотечі є **негайне накладення джгута високо і туго над травмованим участком кінцівки**.

Згідно з класифікацією CoTCCC, джгути поділяються на:

- **Джгути для кінцівок (Limb Tourniquets)**
- **Джгути для з'єднань (Junctional Tourniquets)** — застосовуються у зонах,



де стандартне накладення джгута неможливе (пахова, пахвова ділянки тощо).

У Збройних Силах України ТССС впроваджується вже понад десять років, і джгути/турникети стали невід'ємною частиною медичного забезпечення українських військових під час довготривалої війни. З початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну у 2022 році, саме джгути Есмарха були серед перших засобів, які масово використовувались на полі бою для порятунку життя, а на далі замінено на турникети САТ, SOFTT, СІЧ тощо.

1.2.2. Джгут бойового застосування (САТ)

COMBAT-APPLICATION-TOURNIQUET) GENERATION 7 (САТ) є одним із найпоширеніших засобів для тимчасової зупинки кровотечі з кінцівок. Його конструкція включає самофіксувальну стрічку, петлю, лебідковий шток, фіксатор лебідки, страхувальний ремінь тощо. Самофіксувальна стрічка виготовлена з нейлону, тоді як петля та шток лебідки – з високоміцного полімерного матеріалу.

Згідно з протоколом ТССС накладання турникету потрібно «високо та туго» (англ. *high and tight*) над травмованій ділянці кінцівки, уражену кінцівку пропускають крізь петлю стрічки та розташовують джгут якомога вище від місця критичної кровотечі. Після цього шток лебідки обертають до повного припинення кровотечі. Для стабілізації положення штока його фіксують у спеціальному затискачі, а залишок стрічки обгортають навколо конструкції та додатково фіксують, забезпечуючи надійність у процесі транспортування пацієнта і фіксують час накладання турникету.

1.2.3. Тактичний джгут Сил спеціальних операцій (SOFTT)

Турнікет SOFTT було розроблено як вдосконалення попередньої моделі САТ з урахуванням підвищених вимог до надійності та функціональності. Основною зміною стало використання штока лебідки з алюмінієвого сплаву аерокосмічного класу замість твердого пластику. Це значно підвищило міцність



і довговічність конструкції, хоча й призвело до зростання вартості виробу – приблизно на 30,0% у порівнянні з САТ.

Конструктивно SOFTT поділяється на два типи завдяки різному підходу до реалізації петлі фіксації:

- **SOFTT-NH (High Strength Webbing)** – оснащений петлею з переплетеними зубцями, що забезпечує підвищену стійкість при фіксації.
- **SOFTT-W (Wide)** – має петлю з гачком, яка дає змогу швидко закріплювати самоклеючу стрічку з обох боків без потреби протягування її через петлю. Це прискорює та полегшує накладання турнікета в польових умовах.

Завдяки підвищеній надійності та особливостям конструкції, турнікети SOFTT здебільшого використовуються підрозділами спеціального призначення.

1.2.4. Джгут пневматичний EMT (EMERGENCY & MILITARY TOURNIQUET) для екстреної та військової допомоги (EMT)

Пневматичний джгут EMT (Emergency & Military Tourniquet) функціонує за принципом манжети для вимірювання артеріального тиску – вона надувається, створюючи контрольований тиск на кінцівку, що забезпечує тимчасову зупинку кровотечі шляхом стиснення судин і досягнення гемостазу. Основні компоненти такого джгута включають надувний балон, клапан регулювання тиску, самоклеючу стрічку тощо.

Серед переваг EMT варто відзначити:

- **Широку манжету**, яка забезпечує рівномірний розподіл тиску по кінцівці та знижує ризик пошкодження нервів та м'яких тканин;
- **Високий рівень комфорту** для пацієнта забезпечує більш ефективний контроль кровотечі порівняно з традиційними джгутами;
- **Низьку частоту місцевих ускладнень**;
- **Простоту використання**: надування балона менш трудомістке порівняно з механічним натягуванням лебідкового механізму, що використовується в традиційних джгутах типу KXX (компактний хірургічний хомут) і не



вимагає спеціальних навичок, що особливо важливо в екстрених ситуаціях.

- Підходить для використання як у військових, так і в цивільних умовах.
- Високоякісні матеріали забезпечують тривалий термін служби навіть в умовах інтенсивної експлуатації.

ЕМТ демонструє вищу ефективність гемостазу порівняно з КХХ, особливо під час хірургічних втручань. Проте слід враховувати, що ці пристрої менш довговічні та чутливіші до пошкоджень, ніж механічні аналоги, тому частіше використовуються кваліфікованим медичним персоналом, а не комбатантами в польових умовах.

ЕМТ широко застосовується в операційних лікарень. Деякі моделі оснащені автоматичною системою регулювання тиску відповідно до змін артеріального тиску пацієнта, що додатково підвищує безпеку та ефективність використання джгута під час хірургічних втручань.

1.2.5. Бойовий затискач *Combat Ready Clamp (CRoC)*

Ведення масивної кровотечі в зоні з'єднання кінцівок залишається значною проблемою через складність анатомічної будови, що ускладнює ефективне накладання звичайних джгутів. За рекомендаціями Тактичного Контролю Травматичних Поранень (ТССС), найбільш ефективним рішенням у таких випадках є застосування спеціалізованих з'єднувальних джгутів. Гемостатичні пов'язки та інші кровоспинні засоби можуть виконувати допоміжну функцію, особливо коли джгути недоступні або неефективні.

У разі, коли стандартні джгути для кінцівок не здатні зупинити масивну, критичну кровотечу, застосовують стратегію «високого та тугого» – накладання з'єднувального джгута вище, ближче до тулуба, в зоні з'єднання кінцівки з тілом (пахвова або пахова область) для більш ефективного контролю кровотечі.

Наразі рекомендації Комітету з Тактичного Контролю Травм (CoTССС) передбачають використання з'єднувальних джгутів переважно для пахової або пахової ділянок. Проте у світі відсутні широко розроблені й стандартизовані пристрої, спеціально призначені для контролю кровотечі з судин шиї [32].



Одним із таких інноваційних пристроїв є CRoC – компресійний ригідний джгут, що складається з С-подібної рами, компресійного механізму з різьбовим стрижнем, а також кріпильних ременів. Під час застосування основа рами вводиться під пахву або в пахову область, а компресійний пристрій вирівнюється з осередком кровотечі. Контроль кровотечі досягається шляхом обертання різьбового стрижня, що забезпечує надійний і швидкий гемостаз. Хоча встановлення CRoC може бути дещо складнішим порівняно з іншими з'єднувальними джгутами, він демонструє найвищу швидкість і ефективність зупинки кровотечі серед подібних пристроїв.

1.2.6. Інструмент екстреної медичної допомоги вузлового типу Junctional Emergency Treatment Tool (JETT)

Джгут JETT спеціально створений для зупинки кровотечі в паховій ділянці. Він складається з фіксованого ремінця, двох компресійних подушечок та пластикового різьбового стрижня. Пристрій не вимагає додаткового складання перед використанням. Для застосування регулюється довжина ремінця таким чином, щоб компресійні подушечки точно розташувалися над обома сторонами джерела кровотечі в паху. Зупинка кровотечі досягається шляхом обертання різьбового стрижня, який забезпечує необхідний тиск. Основним недоліком цього джгута є те, що пластиковий різьбовий стрижень може виявитися недостатньо міцним, що підвищує ризик його пошкодження під час експлуатації.

1.2.7. SAM Junctional Tourniquet (SJT)

З'єднувальний/Селективний давлячий турнікет (SJT) складається з фіксованого ремінця, компресійних подушечок, клапана для регулювання тиску та лотка. Компресійні подушечки мають можливість вільного знімання та багаторазового кріплення в різних положеннях лотка, що забезпечує можливість проведення компресійного гемостазу у різних анатомічних ділянках. Завдяки цій універсальності, виробник рекомендує застосовувати SJT на усіх зонах кровотеч у місцях з'єднань кінцівок. Експериментальні дослідження на тваринах



підтвердили гемостатичну ефективність SJT при накладанні в області пахової западини. Водночас, результати свідчать, що під час використання SJT у паховій ділянці необхідне проведення штучної вентиляції легень для мінімізації впливу турнікету на рухи грудної клітки. Проте на практиці реалізація штучної вентиляції легень у свідомих пацієнтів є суттєво обмеженою.

Таким чином, на сучасному етапі SJT рекомендований для застосування переважно у пахвинній ділянці. Однією з основних переваг SJT є велика площа охоплення, що забезпечує одночасне здійснення гемостазу та стабілізацію переломів кісток таза.

1.2.8. Джгут з області черевного аортального переходу Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet-Stabilized (AAJT)

Джгут ААJT складається з самоклеючої стрічки, надувного балона, клапана для регулювання тиску та стискаючої подушки. Під час застосування стискаюча подушка розміщується проксимально до місця артеріальної кровотечі — у паховій або паховій ділянці. Надувний балон наповнюють повітрям для створення тиску, що перекриває проксимальний кровотік і забезпечує гемостаз.

Перевагою ААJT є короткий навчальний курс — навіть непрофесіонали можуть опанувати його використання після однієї години тренувань. Проте одним із недоліків цього джгута є виражений біль, який відчуває пацієнт під час його застосування.

Дослідження Хьюїтта та колег показали, що використання ААJT значно покращує гемодинамічні показники під час серцево-легеневої реанімації, зокрема підвищує кровопостачання головного мозку, що було підтверджено в експериментах на тваринах.



1.3. Джгути, що використовуються збройними силами російської федерації

1.3.1. *НІІСИ РККА, «Ніісі РКК»*

«Ніісі РКК» — це кровоспинний пристрій, який за своєю конструкцією нагадує сучасний турнікет САТ. Він складається з таких складових, як самоклеюча стрічка, петля, тяга лебідки, затискач лебідки та страхувальний ремінь. Цей пристрій був розроблений Червоною Армією Радянського Союзу і широко застосовувався під час Великої Вітчизняної війни. «Ніісі РКК» можна вважати попередником турнікету САТ, оскільки він заклав основи сучасних технологій і принципів роботи, які використовуються в кровоспинних джгутах сьогодні. Сучасні джгути стали результатом подальшого вдосконалення конструкції «Ніісі РКК» із врахуванням досвіду минулих десятиліть.

1.3.2. *Джгутом Есмарха трубчатой форми, «джгут Есмарха»*

Джгут Есмарха, який вперше отримав широке застосування під час Першої чеченської війни, й досі залишається одним із найбільш поширених типів гемостатичних пов'язок у військовому арсеналі Російської Федерації. Окрім військової сфери, цей джгут широко застосовується й у цивільній медицині.

Конструктивно джгут складається з гумової стрічки, оснащеної трьома отворами на передньому кінці та трьома відповідними виступами на задньому, що забезпечують механізм фіксації шляхом вставлення виступів у отвори. Техніка накладання базується на принципі «високо і туго» — стрічка накладається вище за місце кровотечі на кінцівці з наступним натягом і фіксацією.

Серед основних переваг даного джгута варто виділити його низьку вартість, простоту виготовлення та ефективність гемостазу. Водночас до недоліків відносять можливість стиснення прилеглої шкіри при обгортанні, що може викликати значний дискомфорт. Тому рекомендовано перед застосуванням прокладати під джгут шар м'якого пов'язувального матеріалу



для мінімізації травматизації тканин.

Крім того, у вологому середовищі зменшується коефіцієнт тертя між гумовою стрічкою та поверхнею шкіри, що ускладнює надійну фіксацію джгута. Також варто враховувати відносно низьку міцність гумового матеріалу, що призводить до ризику пошкоджень і руйнування джгута при багаторазовому використанні.

1.3.3. Джгут АЛЬФА

Джгут «АЛЬФА» є вдосконаленою версією джгута Есмарха, який доповнено фіксованою мотузкою або S-подібною петлею на гумовому бинті. Спосіб закріплення джгута після обгортання кінцівки був змінений для використання саме цієї фіксації. Окрім того, джгут оснащений спеціальними канавками на гумовому бинті, що зменшує ризик компресійних травм і підвищує комфорт під час застосування. Завдяки цим особливостям «АЛЬФА» підходить для широкого спектру медичних ситуацій.

1.3.4. Турникет ТКБ-1

Турникет «ТКБ-1» був розроблений у 2016 році Військово-медичним факультетом білоруського медичного. Він базується на тому ж гемостатичному принципі та конструкції, що й широко відомий САТ.

Інновацією «ТКБ-1» стало застосування міцного алюмінієвого сплаву для штока лебідки, що значно підвищує міцність виробу та зменшує його вагу, покращуючи зручність використання.

Джгут оснащений самоблокувальним механізмом та обмежувальним кільцем на основі петльової конструкції, яке запобігає надмірному стисканню кінцівки. При цьому шум під час затягування стрічки мінімізований, що особливо важливо у тактичних умовах.

Конструкція схожа на пряжку карабіна дозволяє легко збільшувати довжину стрічки, витягуючи попередньо складений ремінь, що робить джгут придатним для кінцівок із більшим обхватом.



Порівняно з САТ, джгуттурникет «ТКБ-1» демонструє прийнятну гемостатичну ефективність та викликає менший біль у пацієнтів, що робить його комфортнішим у застосуванні.

1.3.5. Джгут ЖК-02

Джгут ЖК-02 працює за принципом гемостазу, аналогічним до комп'ютерного джгута (САТ). Конструкцію було вдосконалено для оптимізації його функціональності. Зокрема, горизонтальний обертовий Джгут ЖК-02 працює за принципом гемостазу, аналогічним до комп'ютерного джгута САТ, але має вдосконалену конструкцію для підвищення ефективності. Замість горизонтального обертального механізму стиснення, як у САТ, у ЖК-02 використовується вертикальна притискна планка, що забезпечує більш надійне та зручне затягування.

Також до конструкції додано систему блоків, яка змінює спосіб натягу пов'язки, роблячи процес затягування легшим і швидшим. Важливою інновацією є автоматичний реєстратор часу застосування джгута, що дозволяє контролювати тривалість його використання та своєчасно попереджати про необхідність зняття, мінімізуючи ризик ускладнень від тривалої ішемії.

Механізм стиснення САТ було модернізовано до вертикальної притискної планки. Було додано систему блоків для зміни методу натягу, що сприяє легшому процесу затягування пов'язки. Крім того, було додано автоматичний реєстратор часу для вирішення проблем, пов'язаних із тривалим застосуванням тиску. Ця функція гарантує, що джгут використовується в рекомендовані часові рамки, щоб мінімізувати потенційні побічні ефекти.

1.4. Джгути, що використовуються збройними силами України в російсько-українському конфлікті

Джгути, рекомендовані СоТССС, відіграють життєво важливу роль у наданні медичної допомоги Збройним Силам України на полі бою. Проте через високі виробничі витрати закупівля та постачання таких джгутів стали



серйозною проблемою під час російсько-українського конфлікту 2022 року. У відповідь кілька українських виробників ініціювали розробку альтернативних гемостатичних пристроїв. Серед них найбільш поширеними у ЗСУ стали джгут SICN компанії «СІЧ-Україна» та джгут Dnipro II компанії «Дніпро».

1.4.1. СІЧ-Турнікет (компанія СІЧ-Україна)

Джгут SICN поєднує в собі конструктивні та функціональні переваги, властиві як джгутам САТ, так і SOFTT, при цьому зазнав низку технічних удосконалень. Зокрема, пластикові компоненти були замінені на алюмінієвий сплав, що сприяє підвищенню механічної міцності та довговічності виробу. Механізм кріплення тяги лебідки було модернізовано з використанням дельта-кільця, що забезпечує додатковий простір для зберігання надлишкового бинта, що значно полегшує одноручне застосування джгута.

Джгут SICN пройшов спеціалізований процес плетіння, спрямований на підвищення його еластичних властивостей та комфорту під час експлуатації. Крім того, як стрічка, так і липучка були покриті спеціальним захисним шаром, що забезпечує підвищену стійкість матеріалів до впливу олій та мастил.

Ремінець для фіксації часу накладання джгута виготовлений із унікального матеріалу, що не потребує нанесення традиційних маркувань за допомогою ручки. Замість цього для позначення часу використовується будь-який гострий предмет, наприклад, куля, що підвищує практичність застосування джгута в умовах бойових дій.

1.4.2. Джгут «Дніпро II»

Джгут-турнікет «Дніпро» другої генерації – це спеціалізований медичний пристрій, призначений для тимчасової механічної зупинки масивної зовнішньої кровотечі шляхом стиснення магістральних судин кінцівок. Він є критично важливим елементом індивідуальних та колективних засобів першої допомоги, що використовується в умовах надзвичайних ситуацій, включаючи бойові дії, катастрофи та невідкладні стани в цивільному середовищі.



Цей тип джгута забезпечує швидке, ефективне та надійне накладання з можливістю самостійного використання постраждалим або застосування рятувальником чи медичним працівником. Джгут призначений для контролю як артеріальної, так і венозної кровотечі до моменту надання кваліфікованої медичної допомоги. Його конструкція дозволяє забезпечити стійкий тиск, необхідний для гемостазу, без значного ризику додаткових ушкоджень при дотриманні правил застосування.

1.5. Переваги та недоліки джгутів/турникетів у воєнних конфліктах

Переваги:

- **Висока ефективність у зупинці масивної кровотечі**, що суттєво підвищує шанси на виживання поранених.
- **Надійність конструкції та довговічність матеріалів** — зокрема, використання алюмінієвого сплаву замість пластику в стрижні забезпечує тривалий термін експлуатації та стійкість до механічних пошкоджень.
- **Ергономічна форма петлі**, адаптована до анатомії кінцівки, сприяє більш безпечному та комфортному накладанню, знижуючи ризик вторинних травм.
- **Простота та інтуїтивність у використанні** — джгут може ефективно застосовуватися навіть особами без медичної підготовки, що особливо важливо в екстрених ситуаціях.

Недоліки:

- **Ризик ішемічних ускладнень** при надмірно тривалому застосуванні джгута без своєчасної заміни або зняття.
- **Чіткі часові обмеження** — утримання джгута понад 2 години може призвести до незворотних ушкоджень тканин і кінцівки.
- **Складність накладання** у випадках анатомічно складних ділянок або при значних пошкодженнях тканин.
- **Імовірність помилок у стресових умовах**, зокрема на полі бою, що вимагає постійного навчання та тренування особового складу (табл.1).



Таблиця 1 - Порівняльна характеристика турнікетів, що застосовуються при масивних кровотечах у військовій медицині

№	Назва джгутів/турнікетів	Переваги	Недоліки
1	CAT	<p>a. Просте керування.</p> <p>b. Фіксований слот для карток затискача лебідки має хорошу стабільність.</p> <p>c. Положення ременя безпеки лебідки привабливе, і можна записувати час.</p> <p>d. Низька вартість виробництва.</p>	<p>Вузька самоклеюча стрічка після перев'язування викликала сильний біль та поганий комфорт.</p>
2	SOFTT	<p>a. Петля з переплетеними зубцями підвищує стабільність.</p> <p>b. Конструкція гачка SOFTT-W економить час роботи.</p>	<p>a. Петля з переплетеними зубцями фіксації штока лебідки менш стабільна.</p> <p>b. Висока собівартість.</p> <p>c. Смуга реєстрації часу розташована на медіальній стороні хвоста самоклеючої стрічки, що робить запис та перегляд незручними.</p>
3	EMT	<p>a. Компактна конструкція.</p> <p>b. Легка.</p> <p>c. Регулювання тиску швидке та зручне.</p> <p>d. Манжета широка та рівномірно тисне, що забезпечує хороший комфорт.</p>	<p>a. Обмежене використання медичним персоналом зараз.</p> <p>b. Низька міцність компонентів джгута.</p>
4	CRoC	<p>a. Просте використання.</p> <p>b. Добрий комфорт.</p> <p>c. Швидкість гемостазу найшвидша в джгуті в області з'єднання.</p>	<p>a. Громіздкий.</p> <p>b. Важкий.</p> <p>c. Складний у складанні. d. Зона обліку часу не була спроектована.</p>
5	JETT	<p>a. Малий розмір.</p> <p>b. Легкий.</p> <p>c. Легко переносити.</p> <p>d. Простий в експлуатації.</p>	Різьбовий натискний стрижень легко пошкодити.
6	SJT	<p>a. Малий розмір.</p> <p>b. Легкий.</p> <p>c. Легко переносити.</p> <p>d. Простий в експлуатації.</p>	Довговічність надувної повітряної кульки низька.
7	AAJT	<p>a. Положення компресії було відносно точним.</p> <p>b. Висока гемостатична ефективність.</p>	<p>a. Висока вартість.</p> <p>b. Було багато ускладнень.</p> <p>c. Біль у місці компресії інтенсивний, а комфорт низький.</p> <p>d. Надувний балон має бути міцнішим.</p>



8	SICH	а. Штоки лебідки довговічніші. б. Самоклеюча стрічка розроблена для комфорту та стійкості до масла. с. Стрічка для запису часу виготовлена з унікального матеріалу, на якому може писати будь-який гострий предмет.	Схожий на САТ
9	Дніпро II	Штанги лебідки більш міцні.	Схожий на САТ

Джгут залишається критично важливим засобом у системі військової медицини. Його ефективність напряду залежить від правильності застосування, дотримання часових рамок накладання, якості самого виробу та належної підготовки як медиків, так і військовослужбовців.



KAPITEL 2 / CHAPTER 2

THE IMPACT OF TOURNIQUET APPLICATION METHODS ON SURVIVAL AND RECOVERY OF THE WOUNDED

Своєчасне накладання джгута при масивних кровотечах сприяє зниженню частоти геморагічного шоку та забезпечує достатній час для евакуації постраждалих. Згідно з даними, джгути ефективно зупиняли кровотечу у 87,7% випадків травм кінцівок. Попри вищу тяжкість ушкоджень у пацієнтів, яким було накладено джгут, лише 13,0% з них надходили до медичних закладів у стані шоку — що свідчить про позитивний вплив своєчасного контролю кровотечі на загальний стан постраждалих [33].

Неправильне застосування джгута, зокрема недостатній тиск або передчасне його зняття, може призвести до неефективного гемостазу та масивної крововтрати, що значно підвищує ризик розвитку геморагічного шоку. У той же час надмірний тиск або занадто тривале накладання джгута здатні спричинити синдром роздавлення або ішемічні ураження дистальних відділів кінцівки, що в окремих випадках вимагає ампутації.

У дослідженнях зафіксовано, що джгути найчастіше накладалися проксимально на кінцівку із середньою тривалістю компресії 268 хвилин. Усі постраждалі (100%) мали ознаки рабдоміолізу. Заходи з контролю пошкоджень включали хірургічну обробку ран, зовнішню фіксацію, реконструкцію судин і первинну ампутацію. У 90,9% випадків травми ускладнювалися компартмент-синдромом, що вимагав проведення фасціотомії гомілки або стегна в польових умовах або після евакуації. Попри те, що 18,2% тяжкопоранених померли внаслідок отриманих ушкоджень, більшість пацієнтів мали сприятливий клінічний перебіг, хоча в окремих випадках була необхідною вторинна ампутація [34-36].

Таким чином, адекватна техніка накладання турнікета є критично важливою для мінімізації ускладнень, пов'язаних із його застосуванням.

Згідно з даними Національного військово-медичного клінічного центру Міністерства оборони України, отриманими під час надання медичної допомоги



пораненим у польовому шпиталі в період з 25 травня по 25 серпня 2016 року, турнікети застосовувалися у всіх 95 випадках поранень кінцівок. При цьому в більшості випадків (85,3%) використовувалася комп'ютерна хірургічна техніка (КШТ), у 10,5% – джгут Есмарха, та у 4,2% – імпровізовані засоби. Водночас лише 24,6% випадків відповідали належним протоколам застосування турнікетів.

Надмірна крововтрата (>1,0 л) була зафіксована у 26,32% випадків, що переважно зумовлювалося затримкою в накладанні турнікета або недостатнім рівнем компресії. Це підтверджує той факт, що ефективність використання гемостатичних турнікетів значною мірою залежить від кваліфікації та практичного досвіду медичного персоналу, а не виключно від типу застосовуваного пристрою.

У разі значної крововтрати час ішемії доцільно відліковувати з моменту травми, а не з моменту накладання турнікета, що має ключове значення для планування подальших хірургічних втручань. Зокрема, при реконструкції магістральних артерій після тривалого застосування турнікета доцільно формувати анастомоз із подовженою лінією з'єднання, що сприяє покращенню реваскуляризації.

Також встановлено, що травми верхніх кінцівок частіше реєструються під час активних бойових дій порівняно з позиційним протистоянням на укріплених оборонних рубежах [37].

Згідно з результатами дослідження, рівень збереження кінцівок при застосуванні джгута становив 69,6%, тоді як загальний показник летальності — 6,7%. Дослідники також встановили, що тривалість накладання джгута понад 4 години асоціювалася зі зниженням частоти збереження кінцівок до 57,1% та підвищенням рівня смертності до 7,1%, порівняно з використанням джгута протягом менше ніж 2 годин [38].

Аналіз 28 випадків синдрому джгута, проведений Khoroshun E.M. (2023), продемонстрував, що середній час його накладання становив 335 ± 20 хвилин у пацієнтів, госпіталізованих до військово-медичного клінічного центру в період



російсько-українського збройного конфлікту 2022 року. У зазначеній когорті ампутації зазнали 34 кінцівки, а 57,1% пацієнтів потребували проведення тривалої замісної ниркової терапії внаслідок розвитку гострого ушкодження нирок. Незважаючи на несприятливий прогноз у більшості випадків, належна підготовка бойового медичного персоналу щодо раціонального застосування джгутів здатна суттєво зменшити частоту ускладнень, пов'язаних із їх використанням [39, 40].



KAPITEL 3 / CHAPTER 3

COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH THE USE OF A TOURNIQUET

Було зафіксовано кілька випадків смертельної легеневої емболії, пов'язаних із використанням пов'язки Есмарха для відведення крові з кінцівки. Більшість таких випадків траплялися після травматичних ушкоджень, проте повідомлення про подібні ускладнення надходили і після планових хірургічних втручань [41, 42].

Механізмом розвитку ускладнень, а саме виникнення **глибокого венозного тромбозу та легеневої емболії при використанні джгута** є комплекс факторів: венозний застій, пошкодження ендотелію та агрегація тромбоцитів. Ці процеси спричиняють тромбоутворення та можуть посилюватися через зміни вегетативної нервової системи, особливо у дітей, що іноді проявляється гіпертермією.

Порушення легеневого газообміну може виникати вже через кілька годин після дефляції джгута, навіть у межах безпечного для нього часу. Після зняття джгута спостерігається збільшення пульсового та кінцевого дихального об'єму CO_2 , яке досягає максимальних значень приблизно через 5 хвилин і повертається до нормальних показників протягом 15 хвилин. Зазвичай ці зміни мають доброякісний перебіг, проте у пацієнтів із серцево-судинною патологією або внутрішньочерепними ураженнями вони можуть спричинити значущі клінічні ускладнення. У таких випадках рекомендується ретельний моніторинг гемодинаміки та кінцевого дихального об'єму з метою забезпечення швидкого введення рідини і проведення гіпервентиляції протягом 15–30 хвилин після дефляції джгута.

Використання джгута призводить до тимчасової ішемії кінцівки, що потенційно може впливати на результати оперативного втручання при переломах. Зокрема, одне дослідження, присвячене лікуванню переломів великогомілкової кістки методом фіксації пластиною і гвинтами, не виявило негативного впливу застосування джгута. Інше дослідження на цю ж тему, хоч і без проведення статистичного аналізу, не зафіксувало суттєвих відмінностей



між групами, за винятком появи окремих пухирів на шкірі у пацієнтів, яким застосовували джгут.

Ще одне дослідження переломів малогомілкової кістки виявило, що застосування джгута підвищує ризик інфікування рани. Систематичний огляд використання джгута в хірургії ніг та гомілковостопного суглоба продемонстрував, що уникнення джгута асоціюється зі зменшенням післяопераційного болю, набряку кінцівок, інфекційних ускладнень та ризику тромбозу глибоких вен. Хоча не всі дослідження підтверджують ці результати, існує висока ймовірність того, що відмова від використання джгута сприяла б зниженню післяопераційного болю.

Особливо важливо відзначити, що застосування джгута під час розсвердлювання каналу перелому великогомілкової кістки для встановлення інтрамедулярних штифтів є абсолютним протипоказанням, оскільки це може призвести до тяжкого некрозу кісткової тканини внаслідок ішемічного ушкодження [43].

Одне з досліджень виявило, що у пацієнтів із множинними травмами, у яких перелом стегнової кістки був стабілізований інтрамедулярним штифтом, застосування джгута при інших переломах нижніх кінцівок може асоціюватися з підвищенням ризику розвитку легеневих ускладнень. Використання джгута у хворих на серповидноклітинну анемію є предметом дискусій. Джгут може спричиняти гемостаз, ацидоз та гіпоксію у тканинах, дистальних від зони його накладання, що потенційно підвищує ризик серповидноклітинної деформації еритроцитів у пацієнтів із цим захворюванням. Проте клінічні дані, що підтверджують цей ризик, є обмеженими. Огляд новіших досліджень свідчить, що при дотриманні відповідних запобіжних заходів та попередній підготовці джгут може бути використаний у таких пацієнтів із прийнятним рівнем безпеки [44, 45].

Застосування джгута, хоча й ефективне для тимчасової зупинки кровотечі, може супроводжуватися низкою серйозних ускладнень:

1. Біль, спричинений джгутом



Джгутовий біль виникає внаслідок прямого механічного тиску на тканини та ішемії. Механізм ішемії-реперфузії викликає вторинне пошкодження тканин після відновлення кровотоку, особливо у зоні мікроциркуляції, що може призвести до феномену «відсутності реперфузії».

2. Сенсомоторні порушення

Тривала ішемія всіх структур кінцівки, включаючи нервову тканину, значно підвищує ризик сенсорних і моторних порушень після зняття джгута.

3. Інфекційні ускладнення та сепсис

Застосування джгута може підвищити ризик розвитку інфекційних ускладнень, зокрема сепсису, через локальне порушення кровопостачання та вторинне ураження тканин.

4. Системні ускладнення після звільнення джгута

Після зняття джгута в кровотік потрапляють метаболіти ішемізованих тканин, що може викликати метаболічний ацидоз, гіперкаліємію, а також збільшити ризик легеневої тромбоемболії.

У пацієнтів із черепно-мозковою травмою невиведений вуглекислий газ може призвести до підвищення внутрішньочерепного тиску, особливо якщо штучна вентиляція легень недостатня під загальною анестезією.

5. Пошкодження легень

Вивільнення хемотаксичних та цитолітичних агентів під час реперфузії може спричинити гостре ураження легень.

6. Гемодинамічні порушення

Раптова мобілізація об'єму крові під час накладання або зняття джгута може спричинити значні коливання артеріального тиску, що небезпечно для пацієнтів із серцево-судинною патологією. Зокрема, під загальною анестезією через 20–25 хвилин можливе значне підвищення артеріального тиску — феномен так званої "джгутової гіпертензії".

7. Анестезіологічні ризики

Джгут змінює фармакокінетику анестетиків, що може вплинути на їхню



ефективність. Регіональна анестезія вважається методом вибору для зменшення больового синдрому та запобігання «джгутовій гіпертензії», оскільки місцеві анестетики ефективно блокують ноцицептивну передачу.

8. Підвищення температури тіла

Гіпертермія, особливо у дітей, є ще одним відомим ускладненням, пов'язаним із застосуванням джгута.

9. Відсутність переваг у хірургічному процесі

Проспективні порівняльні дослідження не виявили достовірних переваг використання джгута щодо зменшення тривалості операції або об'єму крововтрати.

**KAPITEL 4 / CHAPTER 4****TURNSTILES IN COMBAT CONDITIONS: EXPERIENCE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE IN TERMS OF EFFICIENCY AND SAFETY OF USE**

У період квітня – травня 2024–2025 років було проведено дослідження щодо використання засобів тимчасової зупинки критичних кровотеч серед 135 військовослужбовців, які перебували в зоні активних бойових дій.

У рамках дослідження здійснено комплексний аналіз ефективності застосування турнікетів із врахуванням таких чинників, як тривалість накладання, анатомічна локалізація вогнепальних ушкоджень, методика гемостазу та частота виконання процедури конверсії. Особливу увагу було приділено оцінці ризику розвитку ішемічних ускладнень, що дало змогу всебічно охарактеризувати як ефективність, так і безпечність сучасних підходів до тимчасової зупинки масивних кровотеч.

Окремо проаналізовано випадки необґрунтованого застосування турнікетів та несвоєчасного проведення їх конверсії в контексті ведення бойових дій і надання тактичної медичної допомоги.

Результати дослідження свідчать про домінуюче використання турнікета типу САТ, який застосовано у 92,0% клінічних випадків (у 2024 році – 90,0%). Високий рівень впровадження даного засобу пояснюється його доведеною клінічною ефективністю в умовах масивних кровотеч, особливо в ситуаціях обмеженого часу, дефіциту ресурсів і підвищеного стресового навантаження.

Конструктивні особливості турнікета САТ забезпечують можливість його швидкого, ефективного накладання в польових умовах, із надійною фіксацією та регульованим компресійним тиском на уражену ділянку. Це дозволяє не лише оперативно досягти гемостазу, а й стабільно підтримувати його до моменту надання кваліфікованої медичної допомоги. Такий підхід значно знижує ризик розвитку тяжких форм геморагічного шоку та підвищує загальний рівень виживаності поранених.

Ізраїльський бандаж було використано у 8,0% випадків (у 2024 році – 10,0%), переважно при ушкодженнях, що супроводжувалися помірною



кровотечею, яка не створювала безпосередньої загрози розвитку тяжкого геморагічного шоку. У подібних ситуаціях компресійного тиску бандажа виявлялося достатньо для ефективної зупинки кровотечі (рис. 1).

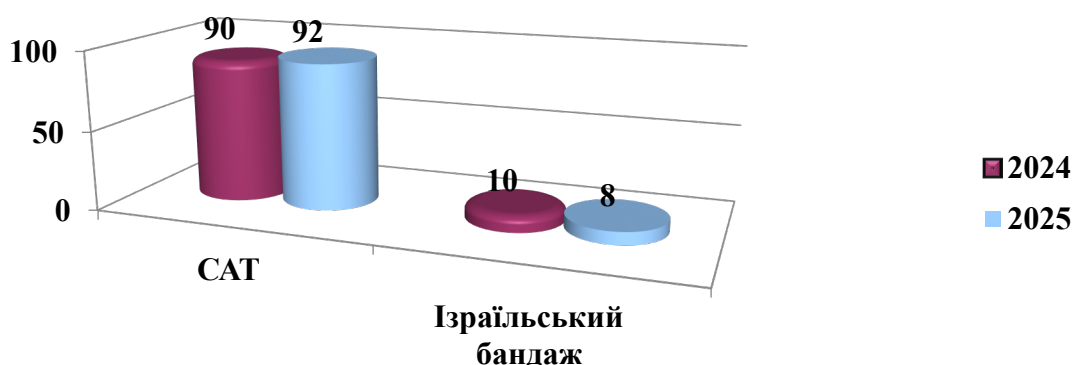


Рисунок 1 - Розподіл засобів тимчасової зупинки кровотеч військовослужбовців у зоні бойових дій за період квітень-травень 2024/2025 рр., %

Результати дослідження засвідчили варіабельність тривалості використання турнікетів у бойових умовах. У 40,0% випадків (50,0% – у 2024 р.) тривалість їх застосування становила від 1 до 2 годин, у 45,0% (40,0% – у 2024 р.) – від 2 до 3 годин, а у 15,0% випадків (10,0% – у 2024 р.) компресія перевищувала 3 години. Застосування турнікетів понад трьох годин асоціюється з істотно підвищеним ризиком ішемічних ускладнень (включно з некрозом тканин, ішемічною контрактурою, синдромом тривалого стиснення), що зумовлює необхідність ретельного моніторингу стану ураженої кінцівки на всіх етапах евакуації медичного сортування та лікування.

Аналіз умов накладання турнікетів виявив, що у 45,0% випадків (40,0% – у 2024 р.) фіксація проводилася в межах самодопомоги, що свідчить про належний рівень індивідуальної підготовки особового складу до надання тактичної допомоги у передгоспітальному етапі. У решті 55,0% випадків (60,0% – у 2024 р.) накладення здійснювалося товаришами по службі або військовими медиками, що підкреслює значення міжособової координації та високого рівня організації медичного забезпечення в зоні бойових дій.



Щодо анатомічної локалізації, переважна більшість кровотеч припадала на зону нижніх кінцівок – 70,0% (75,0% – у 2024 р.), тоді як ураження верхніх кінцівок фіксувалося у 30,0% випадків (25,0% – у 2024 р.). Методика накладання турнікета варіювалася залежно від клінічної ситуації. У 55,0% випадків (40,0% – у 2024 р.) засіб фіксувався максимально проксимально до джерела кровотечі з метою досягнення повної компресії магістральних судин, тоді як у 45,0% випадків (60,0% – у 2024 р.) турнікет накладався на відстані 5–8 см вище зони ушкодження, відповідно до загальноприйнятих принципів сучасної тактичної медицини.

Вибір конкретної техніки фіксації мав безпосередній вплив на частоту судинно-неврологічних ускладнень та визначав подальшу лікувальну тактику – як консервативного, так і хірургічного спрямування. У 35,0% випадків (30,0% – у 2024 р.) було здійснено конверсію турнікета, що полягала у заміні його на альтернативні методи гемостазу (зокрема, тампонаду рани або тиск за допомогою бинтів), з метою часткового або повного відновлення дистального кровотоку. Така стратегія сприяла зменшенню ризику ішемічних уражень, включно з розвитком некрозу та синдромом тривалого здавлення.

Водночас у 65,0% випадків (70,0% – у 2024 р.) конверсія не проводилася, що, ймовірно, зумовлено тяжкістю травматичних ушкоджень, ризиком відновлення кровотечі, нестабільністю загального стану пацієнтів або неможливістю виконання процедури через обмеження тактичної обстановки (рис. 2).

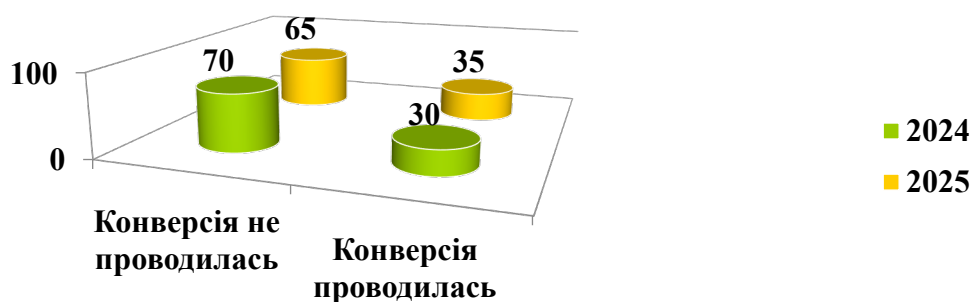


Рисунок 2 - Розподіл проведеної конверсії серед військовослужбовців, які перебували в зоні бойових дій за період квітень-травень 2024/2025 рр. ,%



Аналіз ефективності застосування турнікетів для тимчасової зупинки масивної кровотечі продемонстрував, що у переважній більшості клінічних випадків – у 70,0% (для порівняння: 65,0% у 2024 році) – досягнення ефективного гемостазу забезпечувалося накладенням одного турнікета. Такий результат свідчить про високу ефективність правильного та своєчасного використання засобів тактичної зупинки кровотечі на догоспітальному етапі. У 25,0% випадків (у 2024 році цей показник становив 30,0%) фіксувалася необхідність застосування двох турнікетів. Це може вказувати на значну площу ураження, множинні зони джерел кровотечі або ж на недостатню герметичність першого засобу, що вимагало додаткового втручання для досягнення повного контролю над кровотечею.

У 5,0% випадків (ідентичний показник у 2024 році) було задокументовано застосування трьох турнікетів одночасно. Такі ситуації зазвичай супроводжуються вкрай важкими пораненнями, найчастіше внаслідок вибухових травм (ВТ), які супроводжуються множинними ураженнями кінцівок, що потребують максимального втручання для забезпечення виживання пацієнта.

Загалом отримані дані вказують на збереження позитивної динаміки в ефективності застосування турнікетів, а також на потребу постійного вдосконалення навичок тактичної медицини та забезпечення медичного персоналу сучасними засобами гемостазу (рис.3).

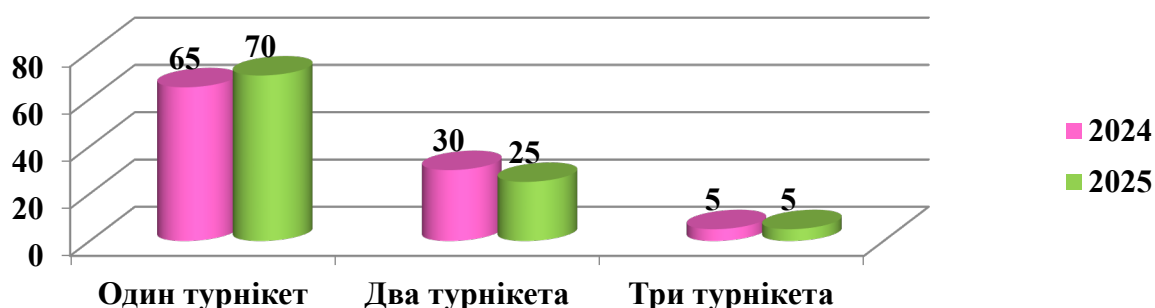


Рисунок 3 - Розподіл кількості накладених турнікетів серед військовослужбовців, які перебували в зоні бойових дій за період квітень-травень 2024/2025 рр.,%

Незворотна ішемія кінцівки, що розвивається внаслідок критичного



порушення регіонарного кровопостачання, формування стійких ішемічних змін і подальшого некрозу м'яких тканин, є одним із найсерйозніших ускладнень, асоційованих із використанням турнікетів у клінічній та тактичній медицині. У низці випадків такі зміни зумовлюють необхідність ампутації кінцівки, що значно погіршує прогноз і якість життя пацієнта.

До провідних патогенетичних чинників, які сприяють розвитку ішемічного пошкодження, належать:

- надмірна тривалість ішемії (перевищення допустимого часу турнікетації),
- надмірний рівень компресії, що виникає внаслідок неправильного розміщення або некоректного затягування турнікета,
- відсутність або недостатність клінічного моніторингу стану ішемізованої кінцівки.

Результати аналізу клінічних даних за 2025–2024 роки свідчать, що ішемічні ускладнення було діагностовано у 48,0% постраждалих, яким було накладено турнікет з метою тимчасової зупинки масивної кровотечі (у 2024 році — 45,0%). Така частота ускладнень вказує на високий ризик виникнення незворотних структурно-функціональних змін у випадках недотримання затверджених протоколів щодо тривалості застосування та техніки накладання турнікетів.

Разом з тим, у 52,0% випадків (у 2024 році – 55,0%) ішемічних ускладнень не спостерігалось. Це може свідчити про відносну безпечність методики застосування турнікета за умов її правильного виконання, зокрема:

- своєчасного зняття турнікета або його релаксації,
- оптимального вибору місця накладання з урахуванням анатомічних орієнтирів,
- регулярного контролю ознак перфузії та температури кінцівки,
- поєднання механічної компресії з фармакологічною підтримкою мікроциркуляції у межах можливостей евакуаційної медицини.

Отримані результати підкреслюють необхідність постійного навчання медичного персоналу, що працює в умовах бойових дій або на тактичному



догоспітальному етапі, а також впровадження суворих алгоритмів дій щодо застосування турнікетів, аби мінімізувати ризики критичних ішемічних ускладнень та покращити функціональні результати лікування (рис. 4).

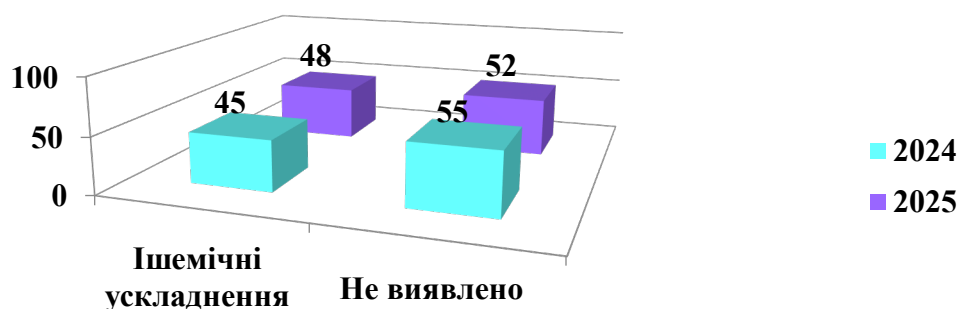


Рисунок 4 - Розподіл ускладнень пов'язаних із накладанням турнікетів серед військовослужбовців в зоні бойових дій за період квітень-травень 2024/2025 рр.,%

Одна з актуальних та клінічно значущих проблем сучасної тактичної догоспітальної допомоги у зоні бойових дій — це необґрунтоване застосування турнікетів. За даними спостережень, у 35,0% випадків серед військовослужбовців фіксувалося їх недоцільне накладання, що свідчить про збереження цієї тенденції (30,0% – у 2024 році). Така практика суперечить принципам раціональної тактичної медицини й пов'язана з низкою потенційно тяжких ускладнень, зокрема розвитком ішемічного ушкодження тканин, компресійно-реперфузійного синдрому, нервово-судинних уражень, що можуть призвести до вторинних ампутацій кінцівок. Крім того, неправомірне накладання турнікетів ускладнює проведення подальшої евакуації та лікування постраждалого, створює ризики для ефективного контролю кровотечі на подальших етапах медичної евакуації.

Вказані дані підкреслюють необхідність системного удосконалення навчання військовослужбовців у сфері тактичної догоспітальної допомоги, з особливим акцентом на показання до застосування турнікетів, техніку їх накладання, обмеження за часом та можливості конверсії до альтернативних методів гемостазу. Поглиблення теоретичної бази, доповнене регулярними



тренуваннями в умовах, максимально наближених до бойових, дозволить сформувати у бійців стійкі навички клінічного мислення при виборі методу зупинки кровотечі.

Зниження частоти необґрунтованого використання турнікетів прямо корелює зі зменшенням частоти тяжких ускладнень, покращенням результатів лікування та відновленням бойової ефективності особового складу. Тому оптимізація алгоритмів навчання, стандартизація показань і інтеграція сучасних симуляційних методик є важливим стратегічним напрямом у розвитку тактичної медицини в умовах високої інтенсивності бойових дій (табл.1).

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика використання засобів тимчасової зупинки кровотечі військовослужбовцями, які перебували в зоні бойових дій (за період квітень-травень 2024/2025 рр.), %

Засоби тимчасової зупинки кровотечі		Турнікет САТ – 90%	Турнікет САТ – 92%
		Ізраїльський бандаж – 10,0%	Ізраїльський бандаж – 8,0%
Час зупинки кровотечі:	1–2 год	50,0%	40,0%
	2–3 год	40,0%	45,0%
	3 год і більше	10,0%	15,0%
Хто накладав:	Самодопомога	40,0%	45,0%
	Взаємодопомога	60,0%	55,0%
Локалізація ушкоджень:	Нижні кінцівки	75,0%	70,0%
	Верхні кінцівки	25%	30%
Висота накладання турнікета:	Високо/туго	40,0%	55,0%
	5–8 см вище рани	60,0%	45,0%
Чи проводилась конверсія:	Не проводилась	70,0%	65,0%
	Проводилась	30,0%	35,0%
Кількість турнікетів:	один	65,0%	70%
	два	30,0%	25%
	три	5,0%	5%
Ускладнення:	Незворотна ішемія	45,0%	48,0%
	Не було ускладнень	55,0%	52,0%
Недоцільність накладання		30,0%	35,0%

Клінічні випадки тимчасової зупинки критичних кровотеч у військовослужбовців на тактичному догоспітальному етапі та стабілізаційні заходи на рівні медичної допомоги ROLE 2



У межах дослідження було здійснено ретроспективний аналіз клінічних випадків надання тактичної медичної допомоги військовослужбовцям Збройних Сил України під час активних бойових дій. Оцінювалися обставини застосування заходів тимчасової зупинки критичних кровотеч у межах самопомоги, взаємодопомоги побратимів та дій бойових медиків на рівні догоспітального етапу, а також подальші стабілізаційні заходи на рівні ROLE 2. Особлива увага приділялася якості та своєчасності застосування турнікетів, відповідності проведених заходів сучасним міжнародним протоколам тактичної медицини (зокрема, TCCC — Tactical Combat Casualty Care), ефективності досягнення гемостазу, тривалості дії турнікета та частоті розвитку ускладнень ішемічного характеру.

Клінічний випадок 1

Пацієнт: військовослужбовець Сухопутних військ Збройних Сил України, чоловік, 40 років.

Механізм травми: мінно-вибухова травма, отримана внаслідок підриву на протипіхотній міні під час виконання бойового завдання в зоні активних бойових дій.

Тип травми: відкритий осколковий перелом правої нижньої кінцівки з масивною артеріальною кровотечею з області стегна (підозра на ушкодження стегнової артерії).

Дії на полі бою:

Після отримання травми військовослужбовець, перебуваючи у свідомості, самостійно ініціював заходи самопомоги. Упродовж перших хвилин бойовий побратим наклав турнікет типу CAT на проксимальний відділ стегна з дотриманням алгоритму MARCH та згідно з рекомендаціями TCCC. Турнікет було накладено щільно, з досягненням повного припинення артеріальної пульсації та зникнення кровотечі, що підтверджувало ефективність заходу.

Евакуація та подальша допомога:

Після надання першочергової допомоги постраждалого евакуювали до найближчої стабілізаційної точки (ROLE 1) у межах 20 хвилин. Після первинної



оцінки стану, проведення анальгезії та стабілізації життєвих функцій, військовослужбовця транспортували до медичного підрозділу рівня ROLE 2. Загальна тривалість накладання турнікета становила близько 60 хвилин, після чого турнікет було контрольовано знято у присутності хірурга. Повторної кровотечі не зафіксовано. На етапі медичної евакуації рівня ROLE 2 було проведено комплекс стабілізаційних заходів, спрямованих на покращення загального стану пораненого. Зокрема, реалізовано інфузійну терапію для відновлення та підтримання адекватної гемодинаміки, а також дезінтоксикаційні заходи для зменшення ендогенної інтоксикації. З метою ефективного контролю болювого синдрому проведено анальгезію. Для профілактики інфекційно-запальних ускладнень призначено антибактеріальні та протизапальні препарати. У зв'язку з масивною крововтратою здійснено трансфузію свіжозамороженої плазми (СЗП) як компонентну підтримку системи гемостазу. Через тяжкі травматичні ушкодження правої нижньої кінцівки виконано первинну хірургічну обробку (ПХО) з ампутацією на рівні нижньої третини гомілки.

Комплекс проведених лікувально-діагностичних заходів дозволив досягти стабілізації життєво важливих показників, що забезпечило можливість подальшої евакуації пораненого з урахуванням принципів медичного сортування та подальшу евакуацію до закладу вищого рівня (ROLE 3).

Оцінка ефективності:

Завдяки оперативним діям побратимів, швидкому застосуванню турнікета та дотриманню протоколів тактичної медицини, вдалося уникнути летальних ускладнень і стабілізувати стан постраждалого. Ішемічних уражень кінцівки не виявлено. Цей випадок демонструє високу ефективність раннього втручання, обґрунтованого застосування засобів контролю кровотечі, а також значущість навчання особового складу базовим навичкам ТССС.



Рисунок 5 - Вибухова травма (ВТ) з ротрощенням правої нижньої кінцівки з рівня нижньої третини гомілки. Множинне вогнепальне осколкове сліпе поранення (МВОСП) обох гомілок. Геморагічний шок II ступеня.

Клінічний випадок 2

Військовослужбовець Сухопутних військ Збройних Сил України, чоловік, 29 років, отримав тяжке бойове поранення внаслідок артилерійського обстрілу (рис. 6). У польових умовах пацієнт самостійно здійснив тимчасову зупинку критичної кровотечі шляхом накладання турнікета на нижню третину правого стегна, що забезпечило частковий гемостаз. З метою посилення контролю над кровотечею було додатково накладено другий турнікет на верхню третину того ж стегна. Загальна тривалість використання турнікетів становила 40 хвилин, що не перевищувало допустимого безпечного інтервалу з огляду на ризик розвитку ішемічних уражень тканин.

На етапі медичної допомоги рівня ROLE 2 було проведено комплекс заходів інтенсивної терапії, спрямованих на стабілізацію загального стану постраждалого та профілактику ускладнень. Зокрема, розпочато інфузійну терапію із застосуванням кристолоїдів для корекції гіповолемії та підтримання адекватної системної гемодинаміки. З метою контролю больового синдрому проведено ефективну аналгезію. Застосовано антибіотикопрфілактику для зниження ризику інфекційних ускладнень, а також призначено протизапальну терапію. У рамках заходів з відновлення об'єму циркулюючої плазми виконано



трансфузію свіжозамороженої плазми (СЗП).

З урахуванням тяжкості травматичного ураження проведено первинну хірургічну обробку (ПХО) по типу ампутації правої нижньої кінцівки на рівні середньої третини гомілки. Також виконано ПХО множинних вогнепально-осколкових поранень. Завдяки своєчасному хірургічному втручанню та належній інтенсивній терапії пацієнта було стабілізовано та підготовлено до подальшої етапної медичної евакуації.



Рисунок 6 - Вибухова травма (ВТ) з відривом лівої нижньої кінцівки із рівня середньої третини гомілки. МВОСП правої підколінної ділянки та стегна з масивним дефектом м'яких тканин. Геморагічний шок II ступеня.

На етапі ROLE 2 було проведено комплекс заходів інтенсивної терапії, спрямованих на стабілізацію загального стану пораненого та попередження розвитку ускладнень. З метою корекції гіповолемії та підтримки системної гемодинаміки розпочато інфузійну терапію з використанням кристалоїди. Для адекватного контролю больового синдрому застосовано ефективну анальгезію. Проведено антибіотикопрофілактику з метою зниження ризику інфекційних ускладнень, а також призначено протизапальну терапію. Додатково здійснено трансфузію свіжозамороженої плазми (СЗП). Надалі проведено ПХО по типу ампутації правої нижньої кінцівки на рівні середньої третини гомілки, а також ПХО множинних вогнепально-осколкових поранень. Завдяки своєчасному хірургічному втручанню та адекватній стабілізації пацієнт був підготовлений до



подальшої медичної евакуації та успішно переведений на наступний етап.

Клінічний випадок 3:

Військовослужбовець Сухопутних військ Збройних Сил України, чоловік, 32 роки, зазнав вогнепального поранення правої верхньої кінцівки внаслідок артилерійського обстрілу. У польових умовах, у рамках взаємодопомоги, з метою тимчасової зупинки критичної кровотечі було накладено турнікет. У зв'язку із затримкою медичної евакуації турнікет залишався на кінцівці протягом 12 годин, що значно перевищує рекомендований безпечний період його застосування. Унаслідок пролонгованої ішемії розвинулись незворотні ураження м'яких тканин правої руки. (рис. 7).



Рисунок 7 - Вогнепальне осколкове сліпе поранення (ВОСП) правого передпліччя у середній третині з вогнепальним переломом ліктьової кістки. Турнікетний синдром (12 годин). Незворотня ішемія правої верхньої кінцівки.

На етапі ROLE 2 було реалізовано комплекс невідкладних заходів інтенсивної терапії, спрямованих на стабілізацію загального стану пацієнта, корекцію гемодинамічних порушень та підготовку до подальшого хірургічного втручання в умовах продовження евакуації за медичними ланками.

З метою усунення гіповолемічного стану та підтримки перфузії життєво важливих органів проведено інфузійну терапію із застосуванням ізотонічних кристалоїдних розчинів відповідно до принципів цільової рідинної ресусцитації.



У межах мультимодального знеболання було призначено адекватну анальгезію із врахуванням вираженого больового синдрому, що відповідає сучасним протоколам ведення бойової травми.

Для зниження ризику розвитку гнійно-септичних ускладнень ініційовано ранній емпіричний курс антибактеріальної терапії широкого спектра дії з подальшою можливістю деескалації відповідно до мікробіологічних даних.

У зв'язку з клінічними ознаками критичної ішемії правої верхньої кінцівки, що могла загрожувати розвитком компартмент-синдрому та некрозом тканин, виконано екстрену фасціотомію з метою декомпресії компартментів та оцінки життєздатності м'язово-м'якотканинних структур.

У подальшому, на основі оцінки анатоμο-функціонального стану кінцівки та з огляду на прогресуючу ішемію, здійснено первинну хірургічну обробку рани (ПХО) за типом ампутації правої верхньої кінцівки на рівні верхньої третини плеча.

Своєчасне виконання стабілізаційних, протишокових та хірургічних заходів дозволило досягти покращення загального стану постраждалого, стабілізації основних життєво важливих функцій та забезпечити його подальшу евакуацію до закладу наступного рівня медичного забезпечення (ROLE 3) для продовження спеціалізованого лікування та реабілітації.

Клінічний випадок 4

Військовослужбовець Сухопутних військ Збройних Сил України, чоловік, 40 років, отримав поранення внаслідок артилерійського ураження з розвитком масивної артеріальної кровотечі. На етапі тактичної медицини в межах взаємодопомоги для термінової зупинки кровотечі було накладено турнікет, час експозиції якого становив 30 хвилин. Турнікет застосовано відповідно до принципів тактичної бойової медицини, що дозволило забезпечити швидкий та ефективний контроль геморагії, мінімізуючи ризик розвитку життєво загрозливих станів, зокрема геморагічного шоку.



Рисунок 8 - ВТ з відривом правої нижньої кінцівки з рівня нижньої третини нижньої третини стегна . МВОСП лівої нижньої кінцівки.

Під час транспортування на рівень ROLE 2, проведено комплекс заходів інтенсивної терапії, спрямованих на стабілізацію гемодинаміки і підтримання життєвих функцій. Здійснено інфузійну корекцію гіповолемії із застосуванням кристолоїдів (ізотонічний розчин натрію хлориду, Рінгера лактат), що сприяло відновленню адекватного серцевого викиду та підтриманню перфузії тканин. Крім того, проведено заходи дезінтоксикації з метою попередження системної запальної відповіді, а також застосовано адекватний анальгетичний контроль із використанням системних анальгетиків, що забезпечило контролю больового синдрому та зменшення стресової реакції організму.

З метою профілактики інфекційних ускладнень раннього періоду було розпочато емпіричну антибактеріальну терапію відповідно до військових протоколів, з урахуванням ризику контамінації рани та умов бойової обстановки. Також було призначено протизапальну терапію, спрямовану на модулювання запальної реакції.

На рівні ROLE 2 проведено первинну хірургічну обробку поранення (ПХО) із застосуванням техніки ампутації, що відповідало обсягу та тяжкості ушкоджень. Хірургічне втручання спрямоване на видалення некротичних тканин, контроль кровотечі, профілактику розвитку інфекції та збереження життєздатності пацієнта.

Загалом, застосовані лікувальні заходи дозволили стабілізувати клінічний



стан військовослужбовця, забезпечити контроль кровотечі, попередити розвиток ішемічних і інфекційних ускладнень, а також підготувати пацієнта до подальшої евакуації на рівень ROLE 3 для проведення спеціалізованої реконструктивної хірургії та реабілітації.

Клінічний випадок 5.

Військовослужбовець Сухопутних військ України, чоловік, 37 років, отримав тяжке поранення правої гомілки внаслідок детонації протипіхотної міни. Для екстреної зупинки масивної артеріальної кровотечі у зоні взаємодопомоги було накладено турнікет. Через значну затримку евакуації та подальшого надання спеціалізованої медичної допомоги турнікет залишався на кінцівці протягом 36 діб. Тривалий час компресії судинної системи кінцівки призвів до розвитку турнікетного синдрому, що характеризується тяжкою ішемією тканин, некрозом м'яких тканин та формуванням вологої гангренни (рис.8)



Рисунок 9 - Вогнепальне осколкове наскрізне поранення (ВОНП) нижньої третини правої гомілки з вогнепальним переломом великогомілкової кістки та пошкодженням судинно-нервового пучка (СНП). Турнікетний синдром (36 діб). Незворотна ішемія, волога гангрена правої нижньої кінцівки.

Після госпіталізації пацієнта було негайно проведено комплекс протишокових заходів, спрямованих на стабілізацію гемодинаміки та корекцію



гіповолемії. З цією метою застосовано інфузійну терапію, що включала регідrataцію і підтримку об'єму циркулюючої крові. З метою адекватного контролю больового синдрому проведено мультимодальну аналгезію, що сприяло полегшенню клінічного стану. Для зниження проявів стресової реакції та стабілізації психоемоційного статусу пацієнта було застосовано седативні препарати. Одночасно розпочато антибактеріальну терапію з урахуванням ризику септичних ускладнень, характерних для гангренозних уражень.

Клінічне і лабораторне обстеження підтвердило розвиток вологої гангренни правої нижньої кінцівки з генералізованим некрозом тканин і високою ймовірністю розвитку сепсису. У зв'язку з незворотністю тканинних змін та загрозою системної інфекції було прийнято рішення про виконання первинної хірургічної обробки рани з ампутацією кінцівки на рівні нижньої третини стегна. Хірургічне втручання дозволило припинити некротичний процес, локалізувати вогнище інфекції, попередити розвиток генералізованих ускладнень та стабілізувати загальний стан пацієнта.

Подальше лікування включало підтримуючу терапію, реабілітаційні заходи і планування протезування. Застосовані лікувальні заходи забезпечили стабілізацію фізіологічних функцій організму та створили умови для оптимального відновлення пацієнта.



KAPITEL 5 / CHAPTER 5

ANALYSIS OF CURRENT RESEARCH ON THE RISKS AND COMPLICATIONS OF TOURNIQUET SYNDROME IN MODERN MILITARY CONFLICTS

Ретроспективний аналіз, проведений Garcia A. за 20-річний період (1999–2019 рр.) у контексті збройного конфлікту в Колумбії, виявив 4,1% випадків судинних ушкоджень серед поранених військовослужбовців. Основною причиною таких ушкоджень були вогнепальні поранення (63,0%), які зумовили ампутацію кінцівок у 10,0% постраждалих. Найчастішими причинами ампутацій стали: розвиток компартмент-синдрому (7,0%), пошкодження судин у феморо-підколінній ділянці (2,6%) та поєднані травми з переломами (3,2%). Загальна летальність серед військовослужбовців становила 4,1%.

Подібні результати продемонстровано у мета-аналізі Sharrock A.E. (2019), що охоплював дані за 2001–2014 рр. Аналіз травм артерій нижніх кінцівок підтвердив переважання вогнепальних (31,9%) та мінно-вибухових (73,2%) ушкоджень, причому останні були асоційовані з вищим ступенем тяжкості, більшою потребою в трансфузіях та частішим ураженням великогомілкової кістки, підколінної артерії. У випадках вогнепальних поранень частіше спостерігалось ураження стегнової артерії та кістки.

Згідно з даними Beranger F. (2017), під час Афганської кампанії серед французьких військовослужбовців судинні ушкодження виявлялися у 5,0% поранених. Серед них 67,0% становили вогнепальні поранення, 24,0% – вибухові, ще 9,0% – наслідки дорожньо-транспортних пригод. Переважна більшість ушкоджень (93,0%) супроводжувалася переломами кінцівок [46-48].

Дослідження Heszlein-Lossius H.E. (2018, 2019) показали, що внаслідок збройного конфлікту Ізраїлю в секторі Газа у 2006–2014 роках 1,5% постраждалих зазнали ампутацій кінцівок. Середній вік потерпілих становив від 17,2 до 25,6 років на момент травми; серед них 92,0% – чоловіки, а 17,0% – діти віком до 18 років. У 85% випадків ампутації були виконані вище рівня щиколотки або зап'ястя; зокрема, у 35% – вище коліна, а у 29,5% – нижче коліна.



Втрата кінцівок спостерігалась як у вигляді односторонніх ампутацій нижніх кінцівок (35% – вище коліна, 29,5% – нижче коліна), так і у 17% випадків – двосторонніх. Причиною таких важких травм переважно були удари безпілотних літальних апаратів, які, за даними досліджень, призводять до більш тяжких пошкоджень, ніж ті, що спричинені вибуховими пристроями [49, 50].

За даними Трутяк І. (2022), під час повномасштабної війни, згідно з інформацією Військово-медичного клінічного центру Західного регіону, ушкодження кінцівок були виявлені у 63,3% військовослужбовців. Серед механізмів травмування: вогнепальні поранення становили 17,8%, осколкові — 10,4%, мінно-вибухові травми — 68,1%. Унаслідок зазначених ушкоджень було зафіксовано: травми кісткової тканини — у 2,5% випадків, ураження виключно м'яких тканин — у 34,5%, пошкодження магістральних артерій і вен — у 1,9%, поєднану травму з ураженням порожнинних органів — у 10,9% постраждалих.

Серед усіх поранених 5,8% військовослужбовців потребували лікування з приводу ампутаційних куек. Первинні хірургічні втручання були здійснені у 4,3% випадків, тоді як у 1,5% оперативні втручання виконано через розвиток вторинних ускладнень. Згідно з анатомічною класифікацією, серед ампутацій переважали ушкодження нижніх кінцівок — 74,0%, верхніх кінцівок — 26,0%, комбіновані ампутації становили 3,5% [51].

За результатами аналізу, однією з головних причин накладення турнікетів у ході повномасштабної війни в Україні є ушкодження кровоносних судин, що супроводжуються критичними кровотечами. Так, у 12,0% випадків застосування турнікету було пов'язано саме з пошкодженням судин, зокрема, у 50,0–95,0% випадків ішлося про ураження артерій кінцівок. Масивна кровотеча спричинила 10,0–15,0% летальних випадків.

Другим за частотою фактором, що призводить до ампутацій, стало неправильне або несвоєчасне накладання турнікета/джгута, що пов'язано з тривалими бойовими діями та унеможливленням своєчасної медичної евакуації. Згідно з дослідженням Yatsun V. (2024), недоречне або некоректне використання турнікетів стало однією з ключових причин ампутацій кінцівок серед



військовослужбовців.

Через складні умови евакуації в Україні тривалість транспортування поранених часто перевищує 6 годин, що значно підвищує ризик розвитку ускладнень. Дані свідчать, що лише у 24,6% випадків накладення турнікета було обґрунтованим. Із них 22,1% джгутів було накладено на верхні кінцівки, 77,9% — на нижні.

Розподіл кількості турнікетів за кількістю уражених кінцівок був наступним: у 77,9% випадків турнікет накладали на одну кінцівку, у 16,8% — на дві, і лише у 5,3% — на три кінцівки одночасно. Щодо типу використаних засобів: 85,3% випадків припадало на якісні бойові турнікети типу САТ (Combat Application Tourniquet), 10,5% — на джгути Есмарха, і 4,2% — на саморобні засоби, що значно підвищує ризики ускладнень, особливо при затримці евакуації понад 2 години.

Аналіз тривалості накладення турнікетів засвідчив такі дані:

- до 1 години — у 28,4% випадків,
- від 1 до 2 годин — 18,9%,
- від 2 до 3 годин — 15,8%,
- понад 3 години — у 9,4% випадків.

У результаті 25,2% поранених перебували у зоні найбільшого ризику розвитку тяжких ускладнень. Чим довше турнікет залишається на кінцівці, тим вищий ризик розвитку компартмент-синдрому, тромбозу судин (як дрібних, так і крупного калібру), що може призводити до тромбоемболії легеневої артерії (ТЕЛА), рабдоміолізу та незворотного міонекрозу. У свою чергу, це спричиняє масивне ураження тканин, що часто вимагає ампутації кінцівки як єдиного можливого методу порятунку життя пацієнта [52].

У грудні 2023 року, під час триваючої російсько-української війни, у місті Варшава (Республіка Польща) відбулося засідання спільної робочої групи США та України, присвячене аналізу ефективності застосування турнікетів (джгутів), доцільності їх накладання, а також потенційних ускладнень, пов'язаних із синдромом тривалого накладання турнікета. Серед обговорюваних питань були:



розвиток метаболічних порушень, гостре ураження нирок та інші загрозливі для життя стани.

У дослідженні Butler F. (2024) було підкреслено, що досвід тривалої евакуації поранених українських військовослужбовців із зони бойових дій зумовив перегляд і вдосконалення навчальних підходів у межах протоколів тактичної бойової допомоги пораненим (Tactical Combat Casualty Care, TCCC). Турнікети (джгути) для зупинки кровотечі з кінцівок підтвердили свою ефективність як засобу, що рятує життя, у цивільному та військовому контексті, зокрема в умовах активного вогневого контакту та евакуації з поля бою.

Разом з тим, у стресових умовах ведення бойових дій надзвичайно важливо своєчасно здійснити конверсію турнікета — тобто замінити його на альтернативні методи контролю кровотечі, такі як туге тампонування рани із застосуванням гемостатичних засобів і подальше накладання тиснучої пов'язки (наприклад, ізраїльського бандажа), щойно пораненого буде евакуйовано в умовно безпечну зону.

Окрему увагу слід приділяти аналізу обґрунтованості застосування турнікета — зокрема, чи був він накладений як засіб самопомоги або взаємодопомоги, чи була техніка накладання правильною, чи вчасно здійснене втручання, а також чи виправлено помилки, допущені на попередньому етапі.

Низка досліджень, проведених під час сучасного військового конфлікту, засвідчила випадки неправомірного застосування турнікетів за відсутності безпосередніх медичних показань. Така практика, особливо за умов тривалої евакуації, часто призводила до ампутацій, яких можна було уникнути, а також до розвитку тяжких метаболічних порушень, зокрема синдрому тривалого стискання та гострого ураження нирок.

Таким чином, Butler F. наголошує на критичній необхідності своєчасного проведення конверсії турнікета як одного з ключових елементів сучасного підходу до тактичної медичної допомоги при критичних кровотечах [53].

Згідно з положеннями «Методичних рекомендацій щодо проведення конверсії турнікета у травмованих в умовах тактичної екстреної медичної



допомоги», у зоні «активного вогню противника» відповідно до стандартів ТССС, а також у зоні «прямої загрози» за класифікацією ТЕСС (Tactical Emergency Casualty Care), першочерговим завданням є негайна зупинка критичної зовнішньої кровотечі за допомогою турнікета.

У випадках, коли евакуація пораненого триває понад дві години, рекомендовано проведення конверсії турнікета в умовно безпечних зонах — зоні «непрямої загрози» або «евакуаційній зоні» — із застосуванням гемостатичних засобів та під постійним наглядом медичного працівника. Обов'язковим є моніторинг стану пацієнта та оцінка рани в динаміці.

Проведення конверсії турнікета є протипоказаним у наступних випадках [54]:

- наявність у постраждалого ознак шоку або втрата свідомості;
- травматична ампутація кінцівки;
- перевищення 6 годин з моменту накладення турнікета;
- відкриті ушкодження із порушенням цілісності опорно-рухового апарату;
- повторне виникнення кровотечі після первинної конверсії.

Надмірне або некоректне застосування турнікетів (джгутів) може призвести до тяжких наслідків, зокрема втрати кінцівок, важких фізіологічних ускладнень і навіть летальних випадків. В умовах бойових дій в Україні евакуація поранених часто затягується понад 6 годин, що підвищує ризики, пов'язані з тривалим використанням турнікетів. Згідно з даними, лише у 24,6% випадків їх накладення було клінічно обґрунтованим.

Російсько-українська війна спричинила значне зростання кількості випадків тяжких політраум, зумовлених застосуванням сучасних видів озброєння, ускладненими умовами надання медичної допомоги та проблемами з евакуацією поранених із зони бойових дій. Попри відсутність відкритих статистичних даних щодо частоти ампутацій, наявні клінічні спостереження свідчать про суттєве перевищення цих показників у порівнянні з міжнародними середніми значеннями. Зокрема, відзначається зростання кількості багаторазових ампутацій, що ускладнює процес лікування та реабілітації.



Високий рівень ампутацій зумовлений декількома чинниками: тривалим часом евакуації, високим ризиком інфікування внаслідок вибухових ушкоджень, а також неналежним використанням джгутів, що може призводити до розвитку ускладнень, зокрема синдрому тривалого здавлення (синдрому джгута). Чим довше джгут перебуває на кінцівці, тим вищим стає ризик розвитку таких ускладнень, як компартмент-синдром, тромбоз судин, рабдоміоліз і незворотній міонекроз, що нерідко призводить до обширного ураження тканин і потреби в ампутації.

За можливості, через 1–2 години після накладення турнікету необхідно здійснити його послаблення або конверсію (перехід до альтернативного методу гемостазу), якщо цього дозволяє тактична ситуація. При цьому слід оцінити стан ушкодження та визначити, чи зберігається активна кровотеча, і чи є можливість застосування інших, менш травматичних методів зупинки крові. Однак у деяких випадках, зокрема під час інтенсивного та тривалого бою, така оцінка може бути неможливою [55].

За даними українських науковців, у період повномасштабної війни турнікетний синдром у пацієнтів із вогнепальними пораненнями кінцівок найчастіше спостерігався при травмах нижніх кінцівок — у 82,4% випадків, тоді як ураження верхніх кінцівок становили 17,6%. Загалом, турнікетний синдром фіксувався у 35,3% випадків серед поранень/переломів, що вимагали накладання джгута.

За локалізацією поранень автори виділили наступні групи: найчастіше уражалася верхня третина стегна (78,6%), далі — верхня третина плеча (14,3%) і верхня третина гомілки (7,1%). Середня тривалість перебування постраждалих з накладеним турнікетом становила 5 годин 35 хвилин, що зумовлено тривалою евакуацією та відсутністю належного контролю за станом турнікета до досягнення медичного підрозділу рівня Role 2.

У 7,1% пацієнтів було виконано дерматофасціотомію. Водночас у 82,4% випадків із розвитком турнікетного синдрому довелося проводити ампутації кінцівок на різних рівнях вище зони накладення турнікета. У понад половини



поранених (57,1%) розвинулася гостра ниркова недостатність як наслідок токсемії, обумовленої надходженням у кров ендотоксинів та кислих продуктів анаеробного гліколізу. У дослідженні виявлено чіткий зв'язок між тривалістю накладення турнікета та зростанням частоти ампутацій, зумовлених розвитком турнікетного синдрому [56].

Окремо науковці звернулися до історичного аналізу застосування кровоспинних турнікетів, що використовуються вже понад 500 років. Втім, систематичне наукове вивчення їх ефективності у бойових умовах розпочалося лише під час Афгано-Іракської війни. В Україні широке використання турнікетів стало актуальним із початком повномасштабної війни. Проте у перші місяці військовослужбовці здебільшого були забезпечені джгутами Есмарха, які мають суттєві недоліки. Зокрема, одним із головних є неможливість точного контролю тиску, що здійснюється на тканини кінцівки. Це призводило до характерних ускладнень: ушкоджень нервів (турнікетний параліч), м'язової тканини (рабдоміоліз, компартмент-синдром) та шкірних покривів (опіки внаслідок проникнення спиртових антисептиків під джгут) [57].

При значних бойових втратах та аналізі роботи медичного персоналу встановлено, що більша частина турнікетів Combat Application Tourniquet (CAT) для забезпечення тактичної аптечки (CAT) в Україні надходила завдяки волонтерській допомозі, оскільки турнікети китайського виробництва суттєво поступалися якістю оригінальним CAT США. Зокрема, турнікети китайського виробництва часто виходили з ладу під час накладання, не забезпечували повної зупинки кровотечі, що вимагало застосування додаткових турнікетів, а також сприяли розвитку турнікетного синдрому.

Досвід зарубіжних дослідників, зокрема під час операції «Захисний край» (Operation Protective Edge) в Ізраїлі, показав, що у 97,8% постраждалих були проникаючі травми з загрозливою кровотечею. У 25,7% випадків пацієнтам під час евакуації з поля бою було проведено конверсію або заміну накладених турнікетів на тиснучі пов'язки, 2,2% пацієнтам накладено нові турнікети через продовження кровотечі, 8,8% хворих потребували фасціотомії, а у 11,7% було



зафіксовано ускладнення [58].

Для зниження рівня смертності внаслідок масивних кровотеч надзвичайно важливим є правильне та своєчасне накладання турнікета. З 2013 року медичний корпус Армії оборони Ізраїлю оснастив військовослужбовців і медичні підрозділи сучасними турнікетами Combat Application Tourniquet (CAT). У дослідженні Tsur A.M. проведено порівняльний аналіз ефективності використання турнікетів у період до 2013 року та після впровадження CAT. Показник ампутацій кінцівок залишався стабільним: 2,5% при середньому ступені тяжкості травм 12,8% у першому періоді, та 2,2% при ступені тяжкості 14,9% у другому періоді. Частота застосування турнікетів знизилась із 22,8% до 5,5%, проте частота госпіталізацій з ампутацією залишилася на рівні 1,6%. Водночас смертність зросла з 0,9% до 1,3%. Дані свідчать, що впровадження сучасних CAT турнікетів сприяло підвищенню швидкості накладання турнікетів військовослужбовцями у чотири рази без зростання частоти ампутацій серед госпіталізованих пацієнтів. Водночас не виключається вплив додаткового чинника – модернізації озброєння противника [59].

За результатами досліджень, проведених в Армії оборони Ізраїлю, порівнювалася ефективність бойових турнікетів CAT (Combat Application Tourniquet) та ізраїльських силіконових турнікетів IST (Israeli Silicone Tourniquet). Встановлено, що турнікет IST забезпечує значно вищий відсоток ефективного оклюзійного тиску — 91,0% порівняно з 73,1% у CAT. При цьому середній тиск оклюзії, який створювався IST, був вищим на 41 мм рт. ст. Різниця у часі накладання турнікетів IST та CAT статистично не відрізнялася [60].

Heldenberg E. (2015) здійснив комплексний аналіз якості різних типів турнікетів, включно з CAT, тактичними турнікетами Сил спеціальних операцій (SOFTT) та імпровізованими «російськими» турнікетами (IPT). Встановлено, що 22,0% випадків застосування CAT, 23,0% SOFTT та 38,0% IPT не забезпечували ефективного припинення масивної кровотечі. Щодо часу накладання, середній показник становив 18 секунд для CAT, 26 секунд для SOFTT і до 52 секунд для IPT. Таким чином, CAT характеризувався кращими показниками за всіма



основними параметрами [61].

Масивна кровотеча, спричинена тяжкими бойовими травмами, залишається провідною причиною травматичної смерті на полі бою, яку можна ефективно запобігти шляхом своєчасного і правильного накладання турнікету, що суттєво покращує виживання військовослужбовця. Treager С. (2021) провів дослідження ефективності, функціональних характеристик та довговічності бойових турнікетів САТ, тактичного механічного турнікету (ТМТ; Combat Medical Systems, Harrisburg, NC) та тактичного турнікету SOF (SOFT-W; Tactical Medical Solutions, Anderson, SC) під час накладання на різні кінцівки (верхні та нижні). Результати показали, що САТ і ТМТ мали вищу ефективність у використанні, простоті накладання та менш виражений больовий синдром порівняно з SOFTT-W (5,56%, 19,44%, 58,33% відповідно). Час накладання САТ був значно швидшим за ТМТ і SOFTT-W (37,8 секунди, 65,01 секунди, 63,07 секунди відповідно). При накладанні на нижні кінцівки САТ демонстрував значно нижчий рівень помилок (27,78%) порівняно з SOFTT-W (61,11%), хоча інших статистично значущих відмінностей між турнікетами не виявлено. Крім того, загальний час накладання САТ був суттєво коротшим і зручнішим для військовослужбовців, ніж ТМТ та SOFTT-W (8,33 секунди проти 40,96 та 34,5 секунди відповідно). Частота невдач або помилок при накладанні різних моделей турнікетів становила 34,29%, 42,86% та 45,45% випадків відповідно. Таким чином, дослідження підтвердило переваги турнікету САТ сьомого покоління щодо ефективності та зручності застосування, що має важливе значення для збереження життя військовослужбовців [62-64].

Аналіз, проведений Scerbo М.Н., щодо механізмів травми та оцінки тяжкості ушкоджень показав, що 90,0 % накладених турнікетів були доцільними та виконаними правильно: з них 44,0 % – при судинних ушкодженнях, 16,0 % – при відкритих переломах, 9,0 % – при множинних травмах кінцівок. Решта 10,0 % турнікетів були накладені без належних показань. Середній час евакуації становив 31 хвилину, що забезпечувало евакуацію у 76,0 % випадків. Середні показники артеріального тиску становили 125 мм рт. ст., частота серцевих



скорочень – 98 уд./хв., індекс Альговера (шоковий індекс) – 0,76. Ускладнення частіше реєструвалися у пацієнтів, яким турнікети були накладені без показань: гостра ниркова недостатність відзначалась у 3,2 %, компартмент-синдром – у 2,1 %, нервові паралічі – у 5,3 %, венозні тромбоемболії – у 9,1 % випадків [65].

Дослідження Kauvar D.S. (2018) показали, що 53,0 % військовослужбовців мали вибухові поранення, 26,0 % – вогнепальні. Середній час накладання турнікету становив до 60 хвилин (інтервал 8–270 хвилин). Частими ускладненнями були виражені набряки, інфікування ран, рабдоміоліз та неврологічні порушення. Автор підкреслив, що тривалість використання турнікета корелювала із системними ускладненнями, але не впливала на частоту ампутацій [66].

За даними Sabate-Ferris A. (2022), французька військова медична служба в зоні Сахелю у період 2015–2020 рр. накладала турнікети у 39,0 % випадків, з яких 50,0 % — через вогнепальні поранення та 28,6 % – через вибухові травми. Середній час застосування турнікета становив 286 хвилин (інтервал 180–360 хвилин). Використання розширених та проксимальних джгутів асоціювалося зі значним ризиком розвитку компартмент-синдрому та рабдоміолізу [67].

Johansson L. (2025) провів ретроспективне дослідження застосування джгутів на догоспітальному етапі протягом останніх 30 років у контексті різноманітних воєнних конфліктів у світі. Особливу увагу приділено умовам країн з обмеженими ресурсами, де як час до надання первинної медичної допомоги, так і тривалість евакуації до спеціалізованих медичних закладів можуть варіюватися від кількох годин до кількох діб.

У дослідженні проаналізовано дані понад 27 тисяч пацієнтів, з урахуванням численних змінних: соціально-економічного статусу, приналежності до цивільного чи військового населення, а також географічних особливостей. Більшість випадків (30,8%) припадає на Ірако-Афганські воєнні конфлікти за участю США, Ізраїль – 7,7%, Канада – 5,8%, Франція, Австралія, Малі та Швеція – по 1,92%.

Середній вік постраждалих військовослужбовців становив 31 рік, із них



89,1% – чоловіки. Основними причинами масивних кровотеч були проникаючі балістичні поранення (34,7%) та вибухові травми (14,3%).

Середній час перебування джгута на кінцівці під час евакуації до госпіталізації складав 146 ± 72 хвилини (2,4 годин \pm 1,12годин). Застосовані типи турнікетів розподілились наступним чином: САТ – 57,6%, імпровізовані джгути – 12,1%, інші типи – 30,3%.

Показники результатів лікування засвідчили високий рівень ускладнень:

- Летальність – до 44,9%
- Збереження кінцівок – до 33,6%
- Неврологічні ускладнення – до 25,5%
- Метаболічні порушення – до 23,4%

Отримані результати підкреслюють як ефективність використання джгутів у критичних ситуаціях, так і важливість своєчасної кваліфікованої медичної допомоги для зменшення віддалених наслідків [68].

У дослідженні проаналізовано різні типи джгутів, які застосовуються Збройними Силами України та Російської Федерації, зокрема джгути для кінцівок і так звані «junctional tourniquets» (джгути для з'єднання тулуба та кінцівок). До аналізу включено моделі, рекомендовані Комітетом з тактичної допомоги пораненим у бойових діях (CoTCCC), а також зразки, які фактично використовуються в умовах російсько-українського збройного конфлікту.

Встановлено, що з початком збройного протистояння в Україні (АТО/ООС у 2014–2021 рр.) та подальшим повномасштабним вторгненням у 2022 році, структура бойових поранень зазнала суттєвих змін. Зокрема, значно зросла частка мінно-вибухових травм – до 75,0% у 2022 році, що на 16,0% більше порівняно з попереднім періодом. Натомість частка кульових поранень і опіків зменшилася на 8,0%.

Ці зміни обумовлені вдосконаленням озброєння та активним застосуванням сучасних засобів ведення бойових дій, зокрема безпілотних літальних апаратів та високоточних ракетних систем. Такі методи ведення війни ускладнюють проведення медичної евакуації та висувають нові вимоги до



тактичної медицини, зокрема щодо засобів зупинки кровотечі [69].

Аналіз ефективності застосування засобів тимчасової зупинки кровотечі підтверджує високу результативність використання турнікетів у профілактиці критичної крововтрати. Водночас значна частота випадків незворотної ішемії кінцівок свідчить про необхідність удосконалення тактичних підходів до застосування турнікетів, зокрема своєчасної конверсії засобів кровоспинення та оптимізації тривалості компресії. Підвищення рівня кваліфікації медичного персоналу та військовослужбовців у питаннях правильного та обґрунтованого використання турнікетів є ключовим фактором зниження ризику ускладнень і покращення результатів екстреної медичної допомоги. Війна є тривалим випробуванням, що вимагає максимального захисту життя та здоров'я військовослужбовців, які ціною власної безпеки боронять незалежність держави. Відновлення країни починається з відновлення кожного її громадянина.



KAPITEL 6 / CHAPTER 6

RECOMMENDATIONS FOR SAFE USE OF A TOURNIQUET WHEN STOPPING MASSIVE BLEEDING

1. Застосування лише за суворими показаннями

- Джгут слід використовувати тільки у випадках, коли кровотечу не вдається зупинити прямим тиском, тампонадою або іншим консервативним методом.
- Пріоритет надається турнікетам, які пройшли сертифікацію та клінічне випробування (наприклад, CAT, SOF-T, SAM XT).

2. Контрольована тривалість ішемії

- Оптимальна тривалість накладення джгута не повинна перевищувати **2 години**, щоб зменшити ризик ішемічного ушкодження тканин, нервів та розвиток синдрому тривалого стиснення.
- Усі джгути повинні супроводжуватися чіткою **позначкою часу накладення**, розміщеною на постраждалому (на лобі, грудях або самому джгуті).

3. Конверсія джгута при затримці евакуації

- Якщо евакуація потерпілого до кваліфікованої медичної допомоги затягується:
 - Здійснюється конверсія (перехід) з джгута на інші методи гемостазу — пряма компресія, перев'язка судин або гемостатичні засоби.
 - Конверсія можлива лише за умови відсутності ознак продовження масивної кровотечі.

4. Використання локальної гіпотермії

- Охолодження кінцівки (наприклад, холодним пакетом) вище місця накладання джгута може зменшити ішемічні ушкодження.
- Локальна гіпотермія не повинна перешкоджати моніторингу стану кінцівки й повинна застосовуватися лише при наявності відповідних



УМОВ.

5. Правильне накладення та фіксація

- Джгут має бути накладений на оголену шкіру або через тонкий одяг у верхній третині стегна чи плеча.
- Заборонено накладати джгут на суглоби, оскільки це знижує ефективність зупинки кровотечі.
- Фіксація має бути достатньою для зупинки артеріального кровотоку (відсутність пульсу дистальніше джгута).

6. Регулярний моніторинг стану кінцівки

- Після накладання джгута необхідно регулярно перевіряти стан шкіри, наявність набряку, зміни кольору, чутливості та температури дистальної частини кінцівки.
- При появі ознак критичної ішемії чи некрозу — негайна евакуація є пріоритетом.

7. Освіта та тренування

- Медичний персонал і перші респонденти мають проходити регулярні навчання та тренування з правильної техніки накладання джгута та ведення пацієнтів із кровотечами.
- Важливо підкреслювати різницю між тимчасовим екстремим використанням джгута та плановим турнікетуванням у хірургії [70, 71].



ВИСНОВКИ.

- Осучаснення озброєння, високий рівень кінетичної енергії поранень, множинні ураження вибухового характеру обумовлюють зростання потреби в ефективних засобах зупинки кровотечі. Інтеграція передових медичних технологій, скорочення часу евакуації та навчання персоналу – основа для підвищення виживаності серед поранених.
- Тривалість накладання засобів гемостазу у значній частині випадків перевищує 2 години (в порівнянні з 2024/2025 рр. зменшилась на 10%), а тривалість турнікетів на 3 години (в порівнянні з 2024/2025 рр. збільшилась на 5,0%), що свідчить про тривалу евакуацію поранених унаслідок інтенсивних бойових дій, що, у свою чергу, підвищує ризик ішемічних ускладнень та вимагає ретельного клінічного моніторингу.
- У порівнянні з 2024–2025 роками кількість випадків самостійного накладання турнікетів військовослужбовцями зросла на 5,0%, що свідчить про покращення їхньої підготовки з надання першої допомоги. Однак у більшості випадків (55,0% проти 60,0% раніше) турнікети накладали побратими або військові медики, що підтверджує важливість злагодженої командної роботи під час поранень
- Переважна більшість кровотеч локалізується в ділянці нижніх кінцівок (70,0% проти 75,0% у 2024–2025 рр.). Для їх зупинки найчастіше застосовуються турнікети, які накладаються як максимально високо на кінцівку, так і на відстані 5–8 см вище зони ушкодження, що впливає на ризик розвитку судинно-неврологічних ускладнень та ампутацій.
- Конверсія турнікета виконується лише у третині випадків, що свідчить про потребу у збалансованому підході для зниження ризику ішемічних ускладнень, зокрема некрозу та синдрому тривалого стиснення.
- У більшості випадків (70,0% проти 65,0% у 2024–2025 роках) для зупинки кровотечі було достатньо одного турнікета. Водночас у 25,0% проти 30,0% випадків застосовували два і більше турнікетів, що свідчить про більшу тяжкість отриманих травм.



- У половині випадків (48,0% проти 45,0% у 2024–2025 роках) спостерігається розвиток ішемічних ускладнень, основними причинами яких залишаються надмірна тривалість накладання турнікета.
- Значна частина випадків (35% проти 30,0% - 2025/2024 рр.) необґрунтованого застосування турнікетів підкреслює необхідність підвищення рівня підготовки військовослужбовців у тактичній медицині, особливо щодо показань та техніки накладання.



Verweise / References

1. Risks and complications of tourniquet syndrome in blast injuries in the context of contemporary military conflicts. V. V. Chorna, G. V. Osyodlo, S. M. Stadnik, K. V. Savichan, V. M. Lypkan, V. V. Kolomiets, M. V. Rybinskyi, S. Yu. Nesterova, L. S. Hudzevych. Ukrainian journal of military medicine. – 2025. 6(2): 83-93 DOI:10.46847/ujmm.2025.2(6)-083
2. Hess JR. Historic view of hemorrhage management. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2013;27(4 Suppl):S3-5. doi: 10.1053/j.jvca.2013.05.010.
3. Kragh JF Jr, Swan KG, Smith DC, Mabry RL, Blackbourne LH. Historical review of emergency tourniquet use to stop bleeding. Am J Surg. 2012;203(2):242-252. doi: 10.1016/j.amjsurg.2011.01.028.
4. Welling DR, McKay PL, Rasmussen TE, Rich NM. A brief history of the tourniquet. J Vasc Surg. 2012;55(1):286-90. doi: 10.1016/j.jvs.2011.10.085.
5. Kragh JF Jr, Walters TJ, Westmoreland T & Butler FK Jr. Tragedy into drama: an american history of tourniquet use in the current war. J Spec Oper Med. 2013;13(3):5-25. doi: 10.55460/QN66-A9MG.
6. Kragh JF Jr, Dubick MA, Aden JK & Blackbourne LH. U.S. Military use of tourniquets from 2001 to 2010. Prehosp Emerg Care. 2015;19(2):184-90. doi: 10.3109/10903127.2014.964892.
7. Shlaifer A, Yitzhak A, Baruch EN & Glassberg E. Point of injury tourniquet application during Operation Protective Edge-What do we learn? J Trauma Acute Care Surg. 2017;83(2):278-283. doi: 10.1097/TA.0000000000001403.
8. Tiruneh A, Lipsky AM, Twig G & Katorza E. Characteristics and survival of hospitalized combat casualties during two major conflicts between Israel and Hamas: 2023 versus 2014. BMC Emerg Med. 2024;24(1):231. doi: 10.1186/s12873-024-01149-w.
9. Radulovic A, Cerovac S. The history of tourniquet use in limb surgery. Int Orthop. 2024 Feb;48(2):603-609. doi: 10.1007/s00264-023-06018-y.
10. Klenerman L. The tourniquet in surgery. J Bone Joint Surg Br. 1962;44-B:937–



43. doi: 10.1302/0301-620X.44B4.937
11. Desiron Q. History of instrumental haemostasis and the particular contribution of Jules E. Pean. *Acta Chir Belg.* 2007;107(1):88–95. doi: 10.1080/00015458.2007.11680023
 12. Saied A, Ayatollahi Mousavi A, Arabnejad F, Ahmadzadeh Heshmati A. Tourniquet in surgery of the limbs: a review of history, types and complications. *Iran Red Crescent Med J.* 2015 Feb 18;17(2):e9588. doi: 10.5812/ircmj.9588.
 13. Bhattacharya S. Sushruta - our proud heritage. *Indian J Plast Surg.* 2009;42(2):223–5
 14. Puthumana PP. Through the mists of time: Sushruta, an enigma revisited. *Indian J Plast Surg.* 2009 Jul;42(2):219-23. doi: 10.4103/0970-0358.59285.
 15. Pare A. Of wounds in general. In: Keynes G, editor. *The Apologie and Treatise of Ambroise Paré: Containing the Voyages Made Into Divers Places, With Many of His Writings Upon Surgery.* New York, NY: Dover Publications; 1968. pp. 117–129.
 16. Hawk AJ. ArtiFacts: Jean Louis Petit's Screw Tourniquet. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 Dec;474(12):2577-2579. doi: 10.1007/s11999-016-5042-6.
 17. Noordin S, McEwen JA, Kragh JF, Jr., Eisen A, Masri BA. Surgical tourniquets in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(12):2958–67. doi: 10.2106/JBJS.I.00634
 18. A milestone in human anatomy and surgery and of greatest rarity. GERSDORFF, Hans von. *Feldtbuch der Wundtartzney.* Strassburg: Gedruckt durch Johannem Schott, 1517.
 19. Paget S. *Ambroise paré and his times: 1510-1590.* New York (NY): Putnam's Sons; 1897. 398 p.
 20. Ambrose Paré ve Hans von, Gersdorff Örnekleri, Jameson Bradley Kısmet Bell. Locating the Hand and Sense of Touch in Sixteenth-Century Surgical Writings of Ambrose Paré and Hans von Gersdorff. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi* 2023;13(3):592-599 DOI: 10.31020/mutftd.1285933



21. Patel R, Mcconaghie G, Webb J & Banerjee R. Five historical innovations that have shaped modern orthopaedic surgery. *J Perioper Pract.* 2024 Mar;34(3):84-92. doi: 10.1177/17504589231179302.
22. Fu Kuo-Tai L. Great Names in the History of Orthopaedics XIV: Joseph Lister (1827–1912) Part 1. *J Orthop Trauma Rehabil.* 2010;14(2):30–8. doi: 10.1016/j.jotr.2010.08.004.
23. Cushing H. Pneumatic tourniquets: with especial reference to their use in craniotomies. *Medical news;* 1904. p. 577.
24. Saied A, Ayatollahi Mousavi A, Arabnejad F, Ahmadzadeh Heshmati A. Tourniquet in surgery of the limbs: a review of history, types and complications. *Iran Red Crescent Med J.* 2015 Feb 18;17(2):e9588. doi: 10.5812/ircmj.9588
25. Landi A, Saracino A, Pinelli M, Caserta G, Facchini MC. Tourniquet paralysis in microsurgery. *Ann Acad Med Singapore.* 1995;24(4 Suppl):89–93.
26. Chang J, Bhandari L, Messana J & Konofaos P. Management of Tourniquet-Related Nerve Injury (TRNI): A Systematic Review. *Cureus.* 2022 Aug 4;14(8):e27685. doi: 10.7759/cureus.27685.
27. Reis Jr AD. Intravenous regional anesthesia first century (1908-2008): Home, development and current state. *Braz J Anesthesiol.* 2008;58(3):299–322. doi: 10.1590/s0034-70942008000300013
28. McEwen JA. Complications of and improvements in pneumatic tourniquets used in surgery. *Med Instrum.* 1981;15(4):253–7.
29. Liu H, Zhang Z, Li K, Guo J, Wang W. [Development of an adaptive pneumatic tourniquet]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi.* 2012 Jun;29(3):402-6. Chinese.
30. Klenerman L. The tourniquet in surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 1962;44-B:937–43. doi: 10.1302/0301-620X.44B4.937
31. Tsur AM, Nadler R, Benov A & Chen J. The effects of military-wide introduction of advanced tourniquets in the Israel Defense Forces. *Injury.* 2020 May;51(5):1210-1215. doi: 10.1016/j.injury.2020.01.033.
32. Комплексний аналіз наукових досліджень проникаючого поранення шиї в



- світі та Україні. В. В. Чорна, В. В. Федотова, В. В. Коломієць, В. М. Липкань, М. В. Рибінський, К. В. Савічан, Л. С. Гудзевіч. Травма, 2025, 26 (1):11-20. doi: 10.22141/1608-1706.1.26.2025.994
33. Schroll R., Smith A., Alabaster K., et al. AAST multicenter prospective analysis of prehospital tourniquet use for extremity trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2022;92:997–1004. doi: 10.1097/TA.0000000000003555.
34. Sabate-Ferris A., Pfister G., Boddaert G., et al. Prolonged tactical tourniquet application for extremity combat injuries during war against terrorism in the Sahelian strip. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022;48:3847–3854. doi: 10.1007/s00068-021-01828-4.
35. Covey D.C., Gentchos C.E. Field tourniquets in an austere military environment: a prospective case series. *Injury.* 2022;53:3240–3247. doi: 10.1016/j.injury.2022.07.044.
36. Pfister G, Aries P, de Lesquen H, Mathieu L. Extremity injuries in the Sahelian conflict: lessons learned from a French Forward Surgical Team deployed in Gao, Mali. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023 Oct;49(5):2121-2128. doi: 10.1007/s00068-023-02319-4.
37. Yatsun V. Application of hemostatic tourniquet on wounded extremities in modern "trench" warfare: the view of a vascular surgeon. *Mil Med.* 2024;189:332–336. doi: 10.1093/milmed/usac208
38. Joarder M., Noureddine El Moussaoui H., Das A., et al. Impact of time and distance on outcomes following tourniquet use in civilian and military settings: a scoping review. *Injury.* 2023;54:1236–1245. doi: 10.1016/j.injury.2023.01.031.
39. Khoroshun E.M., Makarov V.V., Nehoduiko V.V., et al. Problems of diagnosis and treatment of tourniquet syndrome in gunshot wounds of the upper and lower extremities. *Paediatr Surg (Ukraine).* 2023;3:83–91. doi: 10.15574/ps.2023.80.83
40. Nie S, Zhi K, Qu L. Research progress of tourniquets and their application in the Russia-Ukraine Conflict. *Chin J Traumatol.* 2025 Jan;28(1):1-6. doi:



- 10.1016/j.cjtee.2024.07.010.
41. Samaan HA. Pulmonary embolism under general anaesthesia, following Esmarch bandage in injuries of lower limb. *Anaesthesia*. 1970;25(3):445. doi: 10.1111/j.1365-2044.1970.tb00242.x.
 42. Lu CW, Chen YS, Wang MJ. Massive pulmonary embolism after application of an Esmarch bandage. *Anesth Analg*. 2004 Apr;98(4):1187-1189. doi: 10.1213/01.ANE.0000104583.77388.02.
 43. Saldua NS, Kuhn KM, Mazurek MT. Thermal necrosis complicating reamed intramedullary nailing of a closed tibial diaphysis fracture: a case report. *J Orthop Trauma*. 2008;22(10):737–41. doi: 10.1097/BOT.0b013e31818ccddf.
 44. Tredwell SJ, Wilkink M, Inkpen K, McEwen JA. Pediatric tourniquets: analysis of cuff and limb interface, current practice, and guidelines for use. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(5):671–6.
 45. Pintar V, Brookes C, Trompeter A, Bridgens A, Hing C, Gelfer Y. A systematic review of tourniquet use in paediatric orthopaedic surgery: can we extrapolate from adult guidelines? *EFORT Open Rev*. 2024 Jan 9;9(1):80-91. doi: 10.1530/EOR-23-0091.
 46. Garcia A., Gutierrez J., Villamil E., Sanchez W., Villarreal L. Predictors for limb amputation in war vascular trauma, *Am J Surg*.2023; 225(4):787-792. doi:10.1016/j.amjsurg.2022.10.002.
 47. Sharrock A.E., Tai N., Perkins Z. & Rasmussen T.E. Management and outcome of 597 wartime penetrating lower extremity arterial injuries from an international military cohort. *J Vasc Surg*. 2019;70(1):224-232. doi: 10.1016/j.jvs.2018.11.024.
 48. Beranger F., Lesquen H., Aoun O., Roqueplo C., Meyrat L., Natale C., Avaro J.P. Management of war-related vascular wounds in French role 3 hospital during the Afghan campaign. *Injury*. 2017;48(9):1906-1910. doi: 10.1016/j.injury.2017.06.004.
 49. Heszlein-Lossius H.E., Al-Borno Y., Shaqqoura S., Skaik, N. Life after conflict-related amputation trauma: a clinical study from the Gaza Strip. *BMC Int Health*



- Hum Rights. 2018; 18, 34 <https://doi.org/10.1186/s12914-018-0173-3>
50. 13. Heszlein-Lossius H., Al-Borno Y., Shaqqoura S. & Gilbert M.F. Traumatic amputations caused by drone attacks in the local population in Gaza: a retrospective cross-sectional study. *Lancet Planet Health*. 2019;3(1):e40-e47. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30265-1.
51. Лікування бойової травми кінцівок у військово-медичному клінічному центрі. І. Р. Трутяк, Г. А. Прохоренко, Д. В. Лось, В. І. Медзин & А. І. Сельменський. *Українські медичні вісті*, 2022,14 (3-4): 106–107
52. Yatsun V. Application of Hemostatic Tourniquet on Wounded Extremities in Modern "Trench" Warfare: The View of a Vascular Surgeon. *Mil Med*. 2024; 189(1-2):332-336. doi: 10.1093/milmed/usac208
53. Butler F., Holcomb J.B., Dorlac W. & Danyliuk O. Who needs a tourniquet? And who does not? Lessons learned from a review of tourniquet use in the Russo-Ukrainian war. *J Trauma Acute Care Surg*. 2024;97(2S Suppl 1):S45-S54. doi: 10.1097/TA.0000000000004395
54. Наказ МОЗ України від 04.03.2022 № 412 "Про затвердження Методичних рекомендацій щодо конверсії турнікета у травмованих в зонах тактичної екстреної медичної допомоги" URL: https://moz.gov.ua/uploads/7/36142-dn_412_04032022_dod.pdf
55. Stevens R.A., Baker M.S., Zubach O.B. Samotowka M. Misuse of Tourniquets in Ukraine may be Costing More Lives and Limbs Than They Save. *Mil Med*. 2024;189(11-12):304-308. doi: 10.1093/milmed/usad503.
56. Проблеми діагностики та лікування турнікетного синдрому при вогнепальних пораненнях верхніх і нижніх кінцівок. Е.М. Хорошун, В.В. Макаров, В.В. Негодуйко та інш. *Хірургія дитячого віку (Україна)*. 2023, 3(80): 83-91
57. Черемський А.П., Голобородько М.К. Кровоспинні турнікети – від минулого до сьогодні. *Медицина невідкладних станів*. 2019, 1(96):42-47. DOI: 10.22141/2224-0586.1.96.2019.158744
58. Shlaifer A., Yitzhak A., Baruch E.N. & Glassberg E. Point of injury tourniquet



- application during Operation Protective Edge-What do we learn? *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(2):278-283. doi: 10.1097/TA.0000000000001403.
59. Tsur A.M., Nadler R., Benov A. & Chen J. The effects of military-wide introduction of advanced tourniquets in the Israel Defense Forces. *Injury.* 2020: 51(5):1210-1215. doi: 10.1016/j.injury.2020.01.033.
60. Glick C.P., Furer M.A., Glassberg C.O., Sharon R., Ankory M.A. Comparison of Two Tourniquets on a Mid-Thigh Model: The Israeli Silicone Stretch and Wrap Tourniquet vs. The Combat Application Tourniquet. *Mil Med.* 2018;183(suppl_1):157-161. doi: 10.1093/milmed/usx169
61. Heldenberg E., Aharony S., Wolf T., Vishne T. Evaluating new types of tourniquets by the Israeli Naval special warfare unit. *Disaster Mil Med.* 2015 Jan 27;1:1. doi: 10.1186/2054-314X-1-1
62. Treager C., Lopachin T., Mandichak S. & Stuart S. A comparison of efficacy, efficiency, and durability in novel tourniquet designs. *J Trauma Acute Care Surg.* 2021;91(2S Suppl 2):S139-S145. doi: 10.1097/TA.0000000000003216.
63. Martinson J., Park H., Butler F.K. & Scalea T.M. Tourniquets USA: A Review of the Current Literature for Commercially Available Alternative Tourniquets for Use in the Prehospital Civilian Environment. *J Spec Oper Med.* 2020;20(2):116-122. doi: 10.55460/CT9D-TMZE.
64. Hay-David A.G., Herron J.B., Thurgood A. & Pallister I. A Comparison of Improvised and Commercially Available Point-of-Wounding Tourniquets in Simulated Traumatic Amputation with Catastrophic Hemorrhage. *Mil Med.* 2020;185(9-10):e1536-e1541. doi: 10.1093/milmed/usaa085. Erratum in: *Mil Med.* 2021 Feb 26;186(3-4):e463. doi: 10.1093/milmed/usaa535.
65. Scerbo M.H., Mumm J.P., Gates K & Cotton B.A. Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians. *Prehosp Emerg Care.* 2016;20(6):712-722. doi: 10.1080/10903127.2016.1182606.
66. Kauvar D.S., Miller D., Walters T.J. Tourniquet use is not associated with limb loss following military lower extremity arterial trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018 Sep;85(3):495-499. doi: 10.1097/TA.0000000000002016. Erratum



- in: *J Trauma Acute Care Surg.* 2018;85(4):826. doi: 10.1097/01.ta.0000546579.63696.f2.
67. Sabate-Ferris A., Pfister G., Boddaert G. & Mathieu L. Prolonged tactical tourniquet application for extremity combat injuries during war against terrorism in the Sahelian strip. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022;48(5):3847-3854. doi: 10.1007/s00068-021-01828-4.
68. Johansson L, Wild H, O'Marr J & Hedelin H. Assessing Evidence Bias for Prehospital Tourniquet Use: A Scoping Review. *World J Surg.* 2025 Jun;49(6):1471-1483. doi: 10.1002/wjs.12596
69. Nie S, Zhi K, Qu L. Research progress of tourniquets and their application in the Russia-Ukraine Conflict. *Chin J Traumatol.* 2025 Jan;28(1):1-6. doi: 10.1016/j.cjtee.2024.07.010. Epub 2024 Sep 13. PMID: 39542779
70. Estebe JP, Mallédant Y. Le garrot pneumatique d'orthopédie [Pneumatic tourniquets in orthopedics]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1996;15(2):162-78. French. doi: 10.1016/0750-7658(96)85038-6.
71. Beekley AC, Sebesta JA, Blackbourne LH, Herbert GS, Kauvar DS, Baer DG, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma.* 200



SCIENTIFIC EDITION

MONOGRAPH
ENTWICKLUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN DENKENS
ANALYSE DER VERWENDUNG, WIRKSAMKEIT UND KOMPLIKATIONEN VON
GERÄTEN ZUR TEMPORÄREN BLUTUNGSKONTROLLE IN MILITÄRISCHEN
KONFLIKTEN AUF DER GANZEN WELT UND DER ERFAHRUNGEN DER
STREITKRÄFTE DER UKRAINE WÄHREND DES KRIEGES

*SCIENTIFIC THOUGHT DEVELOPMENT
ANALYSIS OF THE USE, EFFECTIVENESS, COMPLICATIONS OF TEMPORARY BLEEDING
CONTROL DEVICES IN MILITARY CONFLICTS AROUND THE WORLD AND THE
EXPERIENCE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE DURING THE WAR*

MONOGRAPHIC SERIES «EUROPEAN SCIENCE»

BOOK 41. PART 6

Authors:

Chorna V.V., Hrynzovskyi A.M., Kalashchenko S.I., Nesterova S.,
Tymchuk Y.V., Kolomiets V.V., Lypkan V.M., Liubartseva V.V.

The scientific achievements of the authors of the monograph were also reviewed and recommended for publication at the international scientific symposium
«Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens /
Scientific thought development '2025»
(June 30, 2025)

Monograph published in the author's edition

The monograph is included in
International scientometric databases

500 copies
June, 2025

Published:
ScientificWorld -NetAktivatV
Lußstr 13,
Karlsruhe, Germany



e-mail: editor@promonograph.org
<https://desymp.promonograph.org>

ISBN 978-3-989241-02-2



9 783989 241022

