



І. А. Криворучко,
В. О. Прасол,
К. В. М'ясоєдов,
Ю. В. Іванова,
Н. Н. Фарзуллаєв

*Харківський національний
медичний університет*

Колектив авторів

УСКЛАДНЕННЯ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З НАКЛАДАННЯМ ДЖГУТА НА ПОЛІ БОЮ У ПОРАНЕНИХ З ПОШКОДЖЕННЯМИ МАГІСТРАЛЬНИХ СУДИН КІНЦІВОК

Реферат. Використання турнікета для зупинки кровотечі є частою необхідністю на всіх етапах лікування хворих на ушкодження судин кінцівок. Накладення турнікету, якщо його виконати належним чином, може врятувати життя, особливо в таких екстремальних умовах, як поле бою. Неправильне або тривале накладання турнікета може призвести до найпоширенішого типу ураження периферичних нервів – нейропраксії. В цій статті ми навели та розглянули шість випадків накладання турнікета на полі бою, що призвело до пошкодження нервів. Було підтверджено дані інших досліджень, що існує потреба в покращенні навчання медичного персоналу щодо використання турнікетів дотриманням наступних практичних рекомендацій для профілактики виникнення пост-турнікетного синдрому: медичний працівник, який супроводжує поранених, чи сам поранений, якщо він в змозі, повинні послабляти турнікет і оглядати рану, що кровоточить, кожні 2 години: якщо немає ознак масивної кровотечі, то турнікет слід замінити на пов'язку, що давить; ознаки загрози ішемії кінцівки (біль, відчуття поколювання, печіння, як відчуття «оперезування» по кінцівці або зміни її кольору) повинні бути ретельно виявлені при огляді медичним персоналом.

Ключові слова: *пошкодження кінцівок, термінова зупинка кровотечі, турнікет, пост-турнікетний синдром, клінічні випадки.*

Вступ

У літературі тривалий час обговорюється використання турнікетів для зупинки кровотечі внаслідок травматичного ушкодження судин кінцівок. Думки щодо користі та безпечності їх використання на полі бою змінювалися між сильною підтримкою (життєвою необхідністю) та відвертим паплюженням пристроїв, які використовуються при цьому, причому кожен із таборів підтверджував свої твердження різним рівнем неофіційних доказів. Дебати значною мірою підживлюються досвідом військових хірургів під час війни, і результати змінювалися зі зміною часу, різними системами та обставинами, в яких вони використовувалися. Огляд доказів, наявних в медичній літературі, здається, показує, що хоча жоден із таборів не є цілком правим, жоден, здається, не є цілком безпідставним. Збереження життя — навіть за потенційної шкоди кінцівці — має, безсумнівно, мати пріоритет, але це не повинно призводити до відмови від усіх можливих зусиль, щоб мінімізувати тривалість часу, протягом якого турнікет знаходиться на кінцівці, і, таким чином, зменшити супутній ризик ускладнень.

Матеріали і методи досліджень

Кровотеча з судин кінцівки, що ушкоджена, залишається основною та важливою причиною смертельних випадків на полі бою, яким можна було б запобігти як у цивільному світі, так і на театрі військових дій, на нього припадає приблизно 9% смертельних випадків у військових діях [1-8]. Накладення турнікету вважається ефективним і простим (медичним і немедичним персоналом) методом профілактики знекровлювання постраждалого при пораненнях на догоспітальному етапі та існує кілька показань для накладення турнікета на полі бою, які включають 1) ампутацію кінцівки, 2) численні травми із розможенням кінцівки, 3) неконтрольовану кровотечу з великої судини кінцівки, 4) подія з кількома жертвами з неможливістю якісно оцінити вид кровотечі та обрати метод її зупинки та 5) нічний сценарій.

Турнікети широко використовуються в медичних установах, зокрема при ортопедичних і судинних процедурах на кінцівках. Тиск, трохи вищий за систолічний, створюється за допомогою спеціального сфігмоманометра (спеціально розробленого для цієї мети) і застосовується проксимально до хірургічної області протягом

обмеженого періоду часу (зазвичай не більше 2 годин). Ускладнення накладення турнікету, такі як нейропраксія (перша ступінь ураження), що пов'язані з прямим нервовим тиском або ішемією, а також рабдоміоліз, компартмент-синдром кінцівок, посилене внутрішньосудинне згортання крові у вигляді тромбозу судин та ішемія кінцівок добре відомі [8]. Індукована турнікетом реперфузійна травма — це подія, яка, як відомо, викликає значний системний запальний ефект [9-11].

Результати досліджень та їх обговорення

На теперішній час існує недостатня кількість літератури щодо показань і ускладнень тривалого накладення турнікета у військовий час, тому ми описуємо шість випадків поранень військовослужбовців та їх лікування під час російсько-української війни у 2023 рр. Усі поранені прибули до відділення гострих захворювань судин ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України» та КНП «Харківська обласна клінічна лікарня» після лікування на попередніх етапах евакуації, де хворим накладався турнікет для зупинки кровотечі (з врахуванням стандартів та дотримання правила «золотого часу»), виконувались операції на судинах (аутовенозна пластика судин, перев'язка судини, ушивання дефекту), фасціотомія тощо. У спеціалізованому стаціонарі виконувалась подальша реабілітація, вторинна хірургічна обробка ран з накладанням швів, протизапальна терапія та симптоматична терапія, які були індивідуально спрямовані на подолання ускладнень, що виникли, у зв'язку порушеннями магістрального кровотоку при отриманні поранень. У всіх 6 випадках через комплектацію індивідуальної аптечки були наявними та застосовані саме САТ-турнікети для термінової зупинки кровотечі.

Наводимо клінічні приклади.

Випадок 1. 43-річний військовослужбовець під час виконання бойового завдання 26.08.2023 отримав вогнепальне поранення правої нижньої кінцівки: був накладений турнікет на праве стегно на рівні середньої третини на полі бою у якості взаємодопомоги, зі слів хворого від моменту накладання до моменту розслаблення турнікету пройшло біля 6 годин з періодичним послабленням, після чого рана була туго затомпонована, турнікет знятий. 26.08.2023 виконано аутовенозне протезування правої підколінної артерії. Для подальшого лікування був переведений до КНП «Харківська обласна клінічна лікарня». Основний діагноз: вибухова травма (26.08.2023). Уламкове поранення правої підколінної ділянки з пошкодженням підколінної артерії. Рвана рана правої кисті. Стан після операції аутовенозне протезування правої

підколінної артерії від 26.08.2023р. Супутній: акубаротравма; гостра двобічна сенсорна приглухуватість. На момент огляду: активні рухи в гомілковостопному суглобі обмеженні. Пульсація на всіх сегментах нижньої кінцівки збережена. Відмічено оніміння кінцівки та зміни її чутливості, м'язова слабкість без втрати її функції, скупість суглобів. В лікарні виконана операція (04.09.2023): ревізія післяопераційних та вогнепальних ран, санація фасціотомних ран правої нижньої кінцівки, накладання вторинних швів. 27.09.2023 — аналіз крові: креатининфосфокіназа 25 Од/л, креатинин 72 моль/л. Виписаний 29.09.23 з направленням на подальше лікування у нейрохірурга з приводу поттравматичної нейропатії правої нижньої кінцівки.

Випадок 2. 32-річний військовослужбовець під час виконання бойового завдання 26.08.2023 отримав вогнепальне поранення лівої нижньої кінцівки: був накладений турнікет на ліве стегно самостійно на полі бою, загальний час близько біля 5 годин. На етапах евакуації 26.08.23 виконано операцію з відновлення кровотоку підколінної артерії та тібіопероніального стовбуру аутовенозним трансплантатом. 05.09.2023 був переведений для подальшого лікування у відділення гострих захворювань судин ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В. Т. Зайцева НАМН України». Основний діагноз: множинне вогнепальне поранення м'яких тканин лівої гомілки із ушкодженням підколінної артерії та вени. На момент огляду: активні рухи в лівій кінцівці обмежені, шкіра тепла на дотик, м'язи м'які, набряк нещільний в ділянці гомілки та нижньої третини стегна. Пульсація на артеріях стопи збережена. 28-29.09.23 виконано ушивання зовнішньої фасціотомної рани гомілки та внутрішньої рани з аутологічною трансплантація шкірного клаптя. 17.09.2023 — аналіз крові: креатининфосфокіназа 34 Од/л, креатинин 84 ммоль/л. 20.09.2023 був виписаний у задовільному стані, загоєння ран вторинним натягом, клінічно збережені симптоми посттравматичної нейропатії лівої нижньої кінцівки.

Випадок 3. 49-річний військовослужбовець під час бойового завдання 23.11.2023 отримав множинні вогнепальні поранення поранення правого стегна: був накладений турнікет на стегно самостійно на полі бою, загальний час накладання близько біля 3 годин. На етапах евакуації 23.11.23 виконано операцію: перев'язку глибокої стегнової артерії. 05.09.2023 р. був переведений для подальшого лікування у відділення гострих захворювань судин ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В. Т. Зайцева НАМН України». Основний діагноз: множинне вогнепальне поранення м'яких тканин правого стегна із ушкодженням



глибокої стегнової артерії. На момент огляду: права нижня кінцівка тепла на дотик, звичайного кольору, гомілка та стегно дещо набрякли. Активні рухи збережені в повному обсязі. Пульсація на всіх сегментах збережена, чутливість – оніміння кінцівки нижче колінного суглобу; помірна м'язова слабкість гомілки. Проводилася комплексна консервативна терапія та 08.12.23 накладені вторинні шви (рис. 1). 15.12.2023 при огляді спостерігалась позитивна динаміка, зберігався незначний інфільтрат рани медіальної поверхні стегна, зменшення набряку кінцівки. 27.12.2023 – аналіз крові: креатинінфосфокіназа 41 Од/л, креатинін 76.4 ммоль/л. 29.12.23: позитивна динаміка, зменшення набряку та парестезії кінцівки, але зберігається помірно оніміння кінцівки нижче колінного суглобу та помірна м'язова слабкість гомілки. Виписаний у задовільному стані.



Рис. 1 Хворий П., 49 років, вигляд ран на стегні перед операцією 08.12.2023

Випадок 4. 22-річний військовослужбовець під час бойового завдання 21.11.2023 отримав вогнепальні поранення поранення правого стегна: був накладений турнікет на стегно самостійно на полі бою, загальний час близько біля 2,5 годин. На етапах евакуації 23.11.23 виконано операцію – реконструкція правої підколінної артерії «кінець в кінець», лігування підколінної вени праворуч. 01.12.2023 був переведений для подальшого лікування у відділення гострих захворювань судин ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В.Т. Зайцева НАМН України». Основний діагноз: ізольоване вогнепальне ушкодження правого стегна з повним пошкодженням та помірним діастазом підколінної артерії та вени: гостра ішемія правої нижньої кінцівки ІІа ст. При огляді: права нижня кінцівка тепла на дотик, бліда, набрякла до рівня нижньої третини стегна. Під

пов'язкою фасціотомні рани на стегні та гомілці, м'язи життєздатні. Активні рухи в гомілково–стопному та колінному суглобах обмежені через набряк та біль. 08.12.2023 відзначено позитивну динаміку, зменшення набряку (рис. 2). 15.12.2023 накладені вторинні шви (рис. 3). 26.12.2023 – аналіз крові: креатинінфосфокіназа 36 Од/л, креатинін 78 ммоль/л. 29.12.2023 хворого виписано у задовільному стані зі збереженням парестезії кінцівки.



Рис. 2 Хворий С., 22 років, вигляд кінцівки 08.12.2023 при консервативному лікуванні



Рис. 3 Хворий С., 22 років, вигляд кінцівки 15.12.23 перед накладанням вторинних швів

Випадок 5. 40-річний військовослужбовець під час виконання бойового завдання 21.11.2023 отримав ізольоване наскрізне вогнепальне осколкове поранення 25.11.2023, було накладено турнікет на ліве плече на полі бою (вза-

емопоміч), загальний час 3 години. На етапах евакуації 25.11.23 виконана операція: тромбектомія з лівої плечової артерії, судинний шов променевої артерії, фасціотомія лівого передпліччя (25.11.2023) та повторна хірургічна обробка фасціотомних ран, ушивання фасціотомних ран лівого передпліччя, вогнепальних ран лівого плеча (30.11.2023). 01.12.23 був переведений для подальшого лікування у відділення гострих захворювань судин ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України». Основний діагноз: ізольоване наскрізне вогнепальне осколкове поранення лівого плеча з пошкодженням променевої артерії (25.11.23). При огляді: ліва верхня кінцівка тепла на дотик, значно набрякла до рівня нижньої третини плеча. Активні рухи в ліктьовому суглобі обмежені через набряк та біль. Пульсація на променевій та ліктьовій артеріях збережена, чутливість збережена. 08.12.2023 — зберігається набряк верхньої кінцівки (рис. 4). 15.12.2023 відзначена позитивна динаміка, зменшення набряку кінцівки, підвищення її активності. Зняті післяопераційні шви з рани лівого плеча (частково). 27.12.2023 — аналіз крові: креатинінфосфокіназа 54 Од/л, креатинін 79.5 ммоль/л. 29.12.23 відмічено зменшення набряку кінцівки, дозняті післяопераційні шви, зберігається незначна парестезія кінцівки, активність відновлена, виписаний в задовільному стані.

Випадок 6. 33-річний військовослужбовець під час виконання бойового завдання 21.11.2023 отримав вогнепальне наскрізне осколкове поранення 04.12.2023, було накладено турнікет на ліве плече на полі бою (взаємопоміч), загальний час 3 години. На етапах евакуації 04.12.2023 виконана операція: аутовенозне протезування лівої плечової артерії, лігування плечової вени, фасціотомія лівого передпліччя та пізніше повторна хірургічна обробка фасціотомних ран



Рис. 4 Хворий Ф., 40 років, вигляд верхньої кінцівки 08.12.2023

(05.12.2023). 07.12.23 був переведений для подальшого лікування у відділення гострих захворювань судин Інституту загальної та невідкладної хірургії імені В. Т. Зайцева НАМН України. Основний діагноз: вогнепальне наскрізне осколкове поранення лівого плеча з повним пошкодженням плечової артерії та вени (04.12.23). Ліва верхня кінцівка тепла на дотик, помірно набрякла до рівня верхньої третини плеча. Активні рухи в ліктьовому суглобі обмежені через набряк та біль, в суглобах пальців збережені. Пульсація на променевій та ліктьовій артеріях збережена, чутливість збережена, зберігається набряк верхньої кінцівки (рис. 5). При лікуванні відзначена позитивна динаміка, зменшення набряку кінцівки, підвищення її активності. Зняти післяопераційні шви з рани лівого плеча (частково). 26.12.2023 — аналіз крові: креатинінфосфокіназа 41 Од/л, креатинін 73.7 ммоль/л. 29.12.23 відмічено зменшення набряку кінцівки, зберігається незначна парестезія в кінцівці (кисті, передпліччі), активність відновлена, виписаний в задовільному стані.

У дослідженні представлено шість випадків пошкодження нерва, спричиненого тривалим



Рис. 5 Хворий Б., 33 років, вигляд верхньої кінцівки при надходженні до відділення Інституту (08.12.2023)



накладанням турнікету. Поле бою характеризується високим ступенем стресу та умовами, які є надзвичайно складними для належної оцінки та лікування бойових травм кінцівок. Так, на базі Військово-медичного клінічного центру південного регіону проаналізовано 2496 хворих з пораненнями кінцівок, які потребували накладання турнікетів, у 92 випадків (3,7%) випадках були виконані ампутації кінцівок. Кількість летальних випадків склала 101 (4,0%) випадків. Середня тривалість накладання турнікета на кінцівці коливалася в середньому ($205,9 \pm 8,1$) хв, тобто кінцівки зазнавали значної ішемізації [12]. У наших спостереженнях, тривалість накладання турнікету у хворих була ще більшою і склала ($218 \pm 72,23$) хвилин (медіана – 180; мінімум – 150; максимум – 320). Тільки в одному клінічному випадку при евакуації хворих з поля бою проводилось послаблення турнікету, коли він знаходився на кінцівці більше, ніж 2 години. Раніше також було виконане та опубліковане у 2003 р. ретроспективне дослідження, яке оцінювало ефективність застосування турнікета на полі бою. Це дослідження показало, що його використання є ефективним, коли турнікет накладають лікарі [13]. Проте періоди часу, протягом яких турнікети були на місці в цьому дослідженні, були також короткими (1–300 хвилин).

Надмірний тиск і тривала ішемія нерва є двома основними факторами, що викликають пошкодження нерва [14]. Під час досліджень встановлено, що швидкість нервової провідності завжди повертається до нормальних діапазонів, якщо джгут послаблюється протягом > 2 годин і тиск не перевищує 500 мм рт. ст [15]. Відповідно, здається доцільним припустити, що у випадках, коли турнікет повинен бути на місці більше 2 годин, його слід послаблювати на короткі проміжки часу, що використовувалось у всіх поранених, яких ми спостерігали. Відомо, що типи турнікетів, які зазвичай використовуються в польових умовах, являють собою гумові або силіконові смужки (для верхньої та нижньої кінцівок), імпровізовані, що складаються з великого бинта та двох палиць (для стегна), або САТ-турнікети для термінової зупинки кровотечі. Моніторинг наведеного тиску в цих умовах неможливий. Отже, оскільки площа поверхні під джгутом невелика, нерви можуть піддаватися зонам надзвичайно високого тиску з подальшим роздавненням. В інших випадках тиск, який чинить джгут, може бути занадто низьким, що спричиняє оклюзію вен, що може призвести до збільшення крововтрати, якщо є інші проксимальні кровоточиві рани. Наявність турнікету із сфігмоманометром, яких немає в сучасних умовах, дозволить використовувати нижчий тиск, кра-

щий контроль тиску, тимчасовий випуск і безпечно постійне зниження тиску до мінімально необхідного тиску для контролю за кровотечею та ушкодження нервів [16, 17], і за даними More та спів. [17] використання широких манжет для зупинки кровотечі дають нижчі показники артеріального тиску порівняно з вузькими, мабуть, через те, що широкі манжети затримують потік при нижчому тиску надування. Автори досліджували три розміри турнікета та тиск роздування, необхідний для усунення кровотоку у верхній кінцівці, використовуючи ультразвуковий доплерівський пристрій для моніторингу кровотоку в променевої артерії десяти здорових суб'єктів (окружність руки від 24,5 до 37 см). Артеріальний потік завжди усувався при найнижчому тиску з використанням найширшої манжети. Вони зробили висновок, що значно нижчий тиск надування усуне кровотік, якщо використовувати широкі манжети, а власне їх використання призведе до зниження частоти механічних ускладнень турнікета. Все, що викладено вище, потребує додаткового підтвердження в клінічних умовах для розробки методів профілактики турнікетних ускладнень, тому що ішемія, яка викликана пошкодженням магістральних судин і турнікетом, підвищує ризик дисфункції органів і смертності після відстроченої ампутації кінцівки [11].

Висновки

Загальновідомо, що переважна більшість медичних працівників лікарів, які покликані надавати невідкладну допомогу на полі бою, часто мають недостатню кваліфікацію в екстреній хірургії травм, яка базується на навчаннях, спрямованих на вдосконалення навичок шляхом практики та запам'ятовування доктрин військової медицини. Тому, перш за все ми вважаємо, що необхідне більш ретельне навчання, приділяючи більше уваги правильній техніці надання допомоги пораненим, у тому числі – приділяючи увагу такому питанню, як накладання турнікетів та контролю часу їх зняття. Хоча показання до накладання турнікета на полі бою є цілком обґрунтованими, показань до зняття або його послаблення в стаціонарних умовах просто не існує. Навчання з надання першої медичної допомоги як військовим, так і цивільним має продовжувати роботи акцент не тільки на використанні турнікетів, але й також зосереджуватися на ранній медичній допомозі та застосуванні методів прямого тиску для зупинки кровотечі. Жоден пацієнт не повинен знекровлюватися з кінцівки рана через коливання медичного працівника щодо використання турнікету для зупинки кровотечі через страх виникнення можливих ускладнень при його застосуванні. Є виправданими до-

тримання наступних практичних рекомендацій для профілактики виникнення ускладнень, пов'язаних з накладанням турнікету: 1) медичний працівник, який супроводжує поранених з поля бою (або з цивільних місць), повинен знімати джгут і оглядати рану, що кровоточить, кожні 2 години. Не слід послаблювати турнікет у пацієнтів з явними ознаками шоку, при ампутації, при повторній кровотечі після зняття джгута або будь-якого випадку, коли очікується кровотеча, що пов'язана з раною та яка не може бути контрольована іншими засобами. Тривала кровотеча (за винятком медулярної кровотечі

з перелом кісток) дистальніше місця накладання джгута є ознакою недостатнього тиску та необхідності затягнути турнікет; 2) якщо кровотеча під контролем, то турнікет слід замінити на пов'язку, що давить; 3) ознаки загрози ішемії кінцівки (біль, парестезія кінцівок тощо) повинні бути ретельно виявлені при огляді; 4) можливе використання комерційних пристроїв з манометром, які дозволяють точно контролювати тиск і тривалість накладання, буде оптимальними для використання при пораненні магістральних судин кінцівок в майбутньому [8, 18-20].

REFERENCES

- Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Mil Med.* 1984;149(2):55-62. PMID: 6427656.
- Schmit-Neuerburg KP, Joka T. Principles of treatment and indications for surgery in severe multiple trauma. *Acta Chir Belg.* 1985;85(4):239-49. PMID: 4050256.
- Mattox KL, Feliciano DV, Burch J, Beall AC Jr, Jordan GL Jr, De Bakey ME. Five thousand seven hundred sixty cardiovascular injuries in 4459 patients. Epidemiologic evolution 1958 to 1987. *Ann Surg.* 1989;209(6):698-705; discussion 706-7. doi: 10.1097/00000658-198906000-00007.
- Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, Cloonan CC, Uhorchak JM, Perkins DE, Canfield AJ, Hagmann JH. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma.* 2000;49(3):515-28; discussion 528-9. doi: 10.1097/00005373-200009000-00021.
- Carey ME. Analysis of wounds incurred by U.S. Army Seventh Corps personnel treated in Corps hospitals during Operation Desert Storm, February 20 to March 10, 1991. *J Trauma.* 1996;40(3):S165-9. doi: 10.1097/00005373-199603001-00036.
- Richey, S.L. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World J Emerg Surg* 2007; 2 (28). <https://doi.org/10.1186/1749-7922-2-28>.
- Lior Dayan, Chaim Zinmann, Shalom Stahl, Doron Norman, Complications Associated with Prolonged Tourniquet Application on the Battlefield, *Military Medicine.* 2008; 173 (1): 63–66, <https://doi.org/10.7205/MILMED.173.1.63>.
- Masri, B.A., Eisen, A., Duncan, C.P. & James A. McEwen. Tourniquet-induced nerve compression injuries are caused by high pressure levels and gradients – a review of the evidence to guide safe surgical, pre-hospital and blood flow restriction usage. *BMC biomed eng.* 2020; 2 (7). <https://doi.org/10.1186/s42490-020-00041-5>.
- Wakai A, Wang JH, Winter DC, Street JT, O'Sullivan RG, Redmond HP. Tourniquet-induced systemic inflammatory response in extremity surgery. *J Trauma.* 2001;51(5):922-6. doi: 10.1097/00005373-200111000-00016.
- Wakai A, Winter DC, Street JT, O'Sullivan RG, Wang JH, Redmond HP. Inosine attenuates tourniquet-induced skeletal muscle reperfusion injury. *J Surg Res.* 2001;99(2):311-5. doi: 10.1006/jsre.2001.6192.
- Cassie J. Rowe, Sarah A. Walsh, Andrea H. Dragon, Alisha M. Rhodes, Olivia L. Pak, Elsa Ronzier et al. Tourniquet-induced ischemia creates increased risk of organ dysfunction and mortality following delayed limb amputation. *Injury.* 2023; 54 (6):1792-1803. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.02.047>.
- Самарський І.М., Хорошун Е.М. Надання першої медичної допомоги при пораненнях великих судин кінцівок в умовах бойових дій. Турнікетний синдром та його профілактика. «UKRAINIAN JOURNAL OF MILITARY MEDICINE». 2023;4:50-55. DOI:10.46847/ujmm.2023.2(4)-050
- Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, Lin G, Bssorai R, Lynn M, Ben-Abraham R. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *J Trauma.* 2003;54(5):221-225. doi: 10.1097/01.TA.0000047227.33395.49.
- Graham B, Breault MJ, McEwen JA, McGraw RW. Perineural pressures under the pneumatic tourniquet in the upper extremity. *J Hand Surg Br.* 1992; 17(3):262-6. doi: 10.1016/0266-7681(92)90111-e.
- Rorabeck CH. Tourniquet-induced nerve ischemia: an experimental investigation. *J Trauma.* 1980;20(4):280-286. doi: 10.1097/00005373-198004000-00002.16.
- McLaren AC, Rorabeck CH. The pressure distribution under tourniquets. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(3):433-438. PMID: 3972869.
- Moore MR, Garfin SR, Hargens AR. Wide tourniquets eliminate blood flow at low inflation pressures. *J Hand Surg Am.* 1987;12(6):1006-1011. doi: 10.1016/s0363-5023(87)80098-9.
- Richey, S.L. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World J Emerg Surg.* 2007; 2(28). <https://doi.org/10.1186/1749-7922-2-28>
- Lior Dayan, Chaim Zinmann, Shalom Stahl, Doron Norman. Complications Associated with Prolonged Tourniquet Application on the Battlefield. *Military Medicine.* 2008;173(1):63–66, <https://doi.org/10.7205/MILMED.173.1.63>
- Thatte MR, Hiremath A, Goklani MS, Patel NR, Takwale AB. Peripheral Nerve Injury to the Lower Limb: Repair and Secondary Reconstruction. *Indian J Plast Surg.* 2019; 52(1):93-99. doi: 10.1055/s-0039-1687921.



COMPLICATIONS
ASSOCIATED WITH
APPLYING A TOURNIQUET
ON THE BATTLEFIELD IN
PATIENTS WITH DAMAGE
TO MAJOR LIMB VESSELS

*I. A. Kryvoruchko,
V. O. Prasol,
K.V. Myasoyedov,
Yu.V. Ivanova,
N. N. Farzullayev*

Summary. The use of a tourniquet to control bleeding is often necessary in the treatment of patients with vascular injuries of the extremities. Properly performed, tourniquet application can save lives, particularly in extreme conditions such as the battlefield. However, incorrect or prolonged tourniquet application can result in the most common type of peripheral nerve damage, known as neuropraxia. In this article, we present and review six cases of tourniquet application on the battlefield that resulted in nerve damage. Our findings confirm the need to improve the training of medical personnel in the use of tourniquets. We provide practical recommendations to prevent post-tourniquet syndrome: In cases of limb injury, a medical professional or the wounded person, if able, should loosen the tourniquet and examine the bleeding wound every two hours. If there are no signs of massive bleeding, the tourniquet should be replaced with a pressure bandage. During examination, medical personnel should carefully identify signs of threatened limb ischaemia, such as pain, tingling, burning sensation, a feeling of ‘girdling’ around the limb, or discolouration. This is important to prevent post-turnstile syndrome.

Keywords: *limb injury, urgent bleeding control, turnstile, post-turnstile syndrome, clinical cases.*