

КОМАНДУВАННЯ МЕДИЧНИХ СИЛ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ВІЙСЬКОВО-МЕДИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ЦЕНТР
«ГОЛОВНИЙ ВІЙСЬКОВИЙ КЛІНІЧНИЙ ГОСПІТАЛЬ»
ВІЙСЬКОВО-МЕДИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ЦЕНТР ПІВНІЧНОГО РЕГІОНУ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ НАМІН УКРАЇНИ»
ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ОРТОПЕДІВ-ТРАВМАТОЛОГІВ"

ТУРНИКЕТНИЙ СИНДРОМ ПРИ ВОЙОВІЙ ТРАВМІ КІНЦІВОК
(Методичні рекомендації)

Київ
2025

**КОМАНДУВАННЯ МЕДИЧНИХ СИЛ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ВІЙСЬКОВО-МЕДИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ЦЕНТР
«ГОЛОВНИЙ ВІЙСЬКОВИЙ КЛІНІЧНИЙ ГОСПІТАЛЬ»
ВІЙСЬКОВО-МЕДИЧНИЙ КЛІНІЧНИЙ ЦЕНТР ПІВНІЧНОГО РЕГІОНУ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ
НАМН УКРАЇНИ»
ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ "УКРАЇНСЬКА
АСОЦІАЦІЯ ОРТОПЕДІВ-ТРАВМАТОЛОГІВ"**



«Узгоджено»
Начальник лікувально-організаційного
управління ІАМН України
д.мед.н., ст.н.с.
О.Петриченко
« » 2025 рік

**ТУРНИКЕТНИЙ СИНДРОМ ПРИ БОЙОВІЙ ТРАВМІ
КІНЦІВОК**

(Методичні рекомендації)

**Київ
2025**

У представлених методичних рекомендаціях викладено основні етіопатогенетичні, клініко-анатомічні та організаційні питання турнікетного синдрому при бойовій травмі кінцівок.

Методичні рекомендації призначені для використання у практичній діяльності військових хірургів, травматологів і фахівців суміжних спеціальностей, які займаються діагностикою та лікуванням бойової травми кінцівок у закладах охорони здоров'я в системі Міністерства оборони України, інших установах охорони здоров'я державної та комунальної форми власності.

Надана інформація є необхідною для запобігання розвитку ускладнень, які призводять до глибокої інвалідизації та загрожують життю пораненого при несвоєчасному наданні медичної допомоги в повному обсязі.

*Генерал-майор
Ірина Іванівна*

Укладачі:

Казмірчук А. П. - командувач медичних Сил, д.мед.н., професор, генерал майор медичної служби

Гуменюк К. В. - головний хірург ЗСУ Командування медичних Сил к. мед.н., доцент, полковник медичної служби

Гибало Р. В. - провідний хірург НВМКЦ «ГВКГ к.мед.н., доцент, полковник медичної служби

Багрій О.С. – підполковник медичної служби

Бур'янов О.А. – завідувач кафедри травматології та ортопедії НМУ імені О.О. Богомольця, д. мед. н., професор

Гончаренко С.С. – працівник ЗСУ

Клапчук Ю.В. – к. мед. н., полковник медичної служби

Король С. О. - начальник кафедри військової хірургії Української військово-медичної академії, доктор медичних наук, професор, полковник медичної служби

Купріячук В.В. – підполковник медичної служби

Лапта В.В. – майор медичної служби

Негодуйко В.В. – д.мед.н., полковник медичної служби

Петренко Б.В. – підполковник медичної служби

Страфун С.С. – заступник директора з наукової роботи ДУ «ІТО НАМНУ», чл.-кор. НАМН України, д. мед. н., професор

Рогозинський В.О. – к. мед. н., майор медичної служби

Хорошун Е.М. – Герой України, к. мед. н., полковник медичної служби

Шипілов С.А. – к. мед. н., полковник медичної служби

Шипунов В.Г. – к. мед. н., підполковник медичної служби

Рецензент:

Ярмолюк Ю.О. - головний травматолог ЗСУ, д.мед.н., професор, полковник медичної служби

Затверджено на засіданні правління ВГО «Української асоціації ортопедів-травматологів» 31.01.2025

ЗМІСТ

Список скорочень	5
Вступ	6
Основні поняття, класифікація компресійного синдрому.....	8
Етіологія та патогенез ТС	8
Роль тиску і тривалості використання турнікета.....	10
Клінічна картина та методи діагностики ТС	11
Класифікація ТС	13
Диференційна діагностика ТС	14
Алгоритм лікування ТС	15
Методики і техніки виконання фасціотомій на різних сегментах кінцівок та їх протипокази.....	18
Прогнозування результатів лікування турнікетного синдрому.....	20
Висновки.....	21
Перелік використаних джерел	21

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АЗФ – апарат зовнішньої фіксації
АТ – артеріальний тиск
ГКС – гострий компартмент-синдром
ГПН – гостре пошкодження нирок
ЗНТ – замісна ниркова терапія
ІРУ – ішемічно–реперфузійне ушкодження
КС – компресійний синдром
МФФ – м'язово–фасціальний футляр
ОЦК – об'єм циркулюючої крові
РМЗ – рівень медичного забезпечення
РМ-ГПН – рабдоміоліз-асоційоване гостре пошкодження нирок
СТЕ – синдром травматичного ендотоксикозу
СТС – синдром тривалого стиснення
ТС – турнікетний синдром
ТШ – травматичний шок
УЗД – ультразвукова діагностика

ВСТУП

Понад 10 років народ України героїчно бореться із вторгненням РФ – країни-агресора, що супроводжується воєнними злочинами проти людяності – актами геноциду українського народу.

У повномасштабному вторгненні армія Росії масово застосовує усі види реакційної артилерії, ракетної зброї, мінометів. Враховуючи наявність ефективних шоломів та бронезилетів, якими забезпечені військовослужбовці Сил оборони, відсутність засобів індивідуального захисту кінцівок свідчить про те, що вогнепальні поранення кінцівок складають 60% в структурі сучасної бойової травми (Синдром гострого компартменту при бойовій травмі кінцівок: методичні рекомендації [за ред. Хорошуна ЕМ, Луріна ІА, Верби АВ]. Харків: ТОВ компанія «Артпринт»; 2024. 40 с.).

Згідно даних літератури 50% всіх смертей на полі бою викликані гострою масивною крововтратою, більшість з них за рахунок кровотечі з ран кінцівок (Eastridge BJ, Hardin M, Cantrell J, Oetjen-Gerdes L, Zubko T, Mallak C, et al. Died of wounds on the battlefield: causation and implications for improving combat casualty care J. Trauma. 2011;71:4-8. 10.1097/TA.0b013e318221147b).

Медиками розроблені й активно впроваджені у практику сучасні способи та методи тимчасової зупинки кровотечі, в тому числі спеціальні гемостатичні пов'язки, компресійні биндажі, джгути, турнікети.

Всі доступні міжнародні курси та програми підготовки з тактичної медицини військовослужбовців Сил оборони направлені на широке застосування турнікетів з метою зупинки небезпечної для життя зовнішньої кровотечі при пораненні кінцівок – як найефективнішого способу рятування життя.

На основі досвіду колективу лікарів ВМКЦ Північного регіону (ВМКЦ ПнР) у наданні хірургічної допомоги пораненим з використанням турнікетів для зупинки кровотечі визначено фактори ризику виконання ампутації кінцівки після її поранення: 1) використання турнікета без обґрунтованих показань; 2) затримка турнікета більше «безпечних» часових проміжків; 3) порушення правил накладання турнікета.

Перше повідомлення про використання джгута з метою контролю кровотечі після поранення було зроблено французьким військовим хірургом Етьеном Морель у 1674 р. Термін «джгут» походить від французького «tourner», що означає «повертати». До цього тугі бинти використовувалися хірургами, як допомога при ампутації, ще в 1517 р.

Щодо застережень при використанні джгута вперше опубліковано ще 1916 року в журналі Royal Army Medical Corp Journal: «Джгут є знаряддям диявола, який іноді рятує життя» (Blackwood M. Treatment of wounds from fire trench to field ambulance. 1916. J R Army Med Corp 2001147230–235.).

Про розвиток важких ускладнень під час користування джгутом також наведено в навчальному курсі Advanced Trauma Life Support (ATLS) з рекомендацією, що при наявності сильної артеріальної кровотечі корисним і рятівним є «РОЗУМНЕ використання пневматичного джгута» (American College of Surgeons Advanced trauma life support, 10th ed. Location: American College of Surgeons, Chicago, USA, 2018).

За досвідом Stewart JJ, et al. у постраждалих під час бойових дій в Іраку та Афганістані рабдоміоліз був присутній у 31,1% всіх госпіталізованих з бойовою травмою кінцівок до відділення інтенсивної терапії (Stewart JJ, et al. Rhabdomyolysis among critically ill combat casualties: Associations with acute kidney injury and mortality. The Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2016; 80:492-8.)

Серед постраждалих, у яких розвивається РМ-ГПН, потреба замісної ниркової терапії (ЗНТ) складає 80-90% (Petejova N, et al, 2014; Казмірчук АП, 2023).

У більшості випадків повне відновлення функції нирок може тривати декілька місяців, проте ГПН додатково сприяє структурним змінам, у тому числі гломерулосклерозу, що підвищує ризик розвитку хронічної хвороби нирок у довгострокових спостереженнях (Wen X, et al, 2011).

Згідно нашим даним за 2024 рік потреба у ЗНТ серед пацієнтів з ТС, складає 87,3%. Недостатнє матеріально-технічне забезпечення більшості хірургічних стаціонарів країни для проведення ЗНТ цієї категорії постраждалих і обумовлює актуальність даної проблеми.

Розроблені методичні вказівки, настанови, які рекомендовані в лікуванні бойової травми кінцівок, переважно розглядають організаційні та клінічні питання лікування ушкоджень кінцівок внаслідок вибухового поранення, а саме показання до ампутації при неповному відчленуванні кінцівки або розвитку декомпенсованої ішемії кінцівки при ушкодженні магістральних судин (наприклад шкала MESS, Mangled extremity severity score).

Але враховуючи, що за час російської військової агресії кількість українців, які залишились без однієї чи декількох кінцівок, сягнула 20-50 тисяч, що можна порівняти з масштабами Першої світової війни (The Wall Street Journal, серпень 2023) та широке використання турнікетів військовослужбовцями Сил оборони України, виникла необхідність у приділенні додаткової уваги щодо тактики лікування ускладнень, які

пов'язані з застосуванням кровоспинних джгутів і турнікетів у вигляді турнікетного синдрому (ТС).

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ КОМПРЕСІЙНОГО СИНДРОМУ

Компресійний синдром (КС) (за МКХ-10 T79.5 Травматична анурія. Синдром стискання. Ниркова недостатність, що супроводжує розчавлювання. T79.6 Травматична ішемія м'язів) – crush-синдром, травматичний рабдоміоліз, синдром розтрощення, синдром травматичного стиснення кінцівок, синдром розчавлювання, синдром тривалого стискання, синдром Пірогова-Кеню-Байуотерса, міоренальний синдром, ішемічний некроз м'язів тощо – *збірний термін*, який визначається як реакція організму на ендотоксикоз, що розвивається в результаті травматичного рабдоміолізу внаслідок руйнування поперечно-смугастої мускулатури та вивільнення у системний кровоток продуктів їх розпаду, перш за все міоглобіну, що супроводжується комплексом специфічних патологічних розладів: шоком, порушенням серцевого ритму, гострим пошкодженням нирок.

У 65% випадків компресійний синдром (КС) виникає при переломах кісток та в 35% на фоні поєднаної травми (Michaelson M. Essentials of Terror Medicine/ S.C. Shapiro (ED), New York : Springer, 2009. P. 337-346. doi: 10.1007/978-0-387- 09412-0_20 2. Recommendation for the Management of Crush Victims in Mass Disasters /Sever MS, et al. Nephrology, Dialysis, Transplantation. Oxford University Press. 2012;27(Suppl 1). 67 p. doi:10.1093/ndt/gfs156.3)

В основу класифікації КС покладена класифікація синдрому тривалого стиснення (Е. О. Нечаєв, А. К. Ревський, Г. Г. Савицький, 1993):

1. за видами КС: синдром тривалого роздавлювання (СТР), синдром тривалого стиснення (СТС), позиційний синдром (ПС), турнікетний синдром (ТС), синдром травматичного ендотоксикозу (СТЕ) і компартмент-синдром;
2. за часом виникнення: гострий і хронічний КС;
3. за локалізацією – голова, груди, живіт, таз, передпліччя, плече, кисть, гомілка, стегно, стопа;
4. за поєднанням ушкоджень м'язових тканин: з ушкодженням внутрішніх органів, кісток і суглобів, магістральних судин, нервових стовбурів;
5. за періодами перебігу травматичної хвороби – гострий (шоковий) період (період компресії та період посткомпресії), період ранніх проявів (олігоанурії та поліурії), період пізніх проявів (гнійних ускладнень), період реконвалесценції;
6. за тяжкістю травми анатомічної ділянки – легка, середня, тяжка і вкрай тяжка;

7. за тяжкістю стану – легкий (компенсований ендотоксикоз); середньотяжкий (субкомпенсований ендотоксикоз) і тяжкий (декомпенсований ендотоксикоз);

8. за комбінацією уражень – з опіком, відмороженням, отруєнням, ураженням факторами ядерного вибуху;

9. за тяжкістю ГПН – компенсована і декомпенсована;

10. за тяжкістю ішемії кінцівки – компенсована, декомпенсована оборотна і декомпенсована необоротна (ішемічна гангрена).

Синдром тривалого роздавлювання є найтяжчим проявом КС, при якому компресія поєднується з роздавлюванням (руйнацією) м'язових тканин, судинних і нервових утворень кінцівок або інших анатомо-функціональних ділянок, з тривалою їх компресією, що призводить до розвитку тяжкого ТШ і декомпенсованого ГПН. Синдром тривалого роздавлювання – це шокopodobний стан, що виникає після тривалого здавлення тулуба, кінцівок або їх сегментів важкими предметами [Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ. 2015].

Синдром тривалого стиснення або краш-синдром – це невідкладний стан, при якому на певну частину тіла постраждалого здійснюється зовнішній тиск, внаслідок чого порушується кровопостачання цієї частини та, як наслідок, відбувається пошкодження м'язових тканин. При тяжкій формі СТС перебіг ГПН більш сприятливий, ніж при СТР. Проте своєчасна діагностика СТС трапляється рідко, і постраждалі надходять до стаціонару із помилковим діагнозом: забій тканин, тромбофлебіт глибоких вен кінцівок, ГПН неясної етіології, нефрит, алергічний набряк тощо. Клінічна картина, подібна до СТС, спостерігається при відновленні цілісності магістральних артерій кінцівки після тривалого періоду ішемії – синдром рециркуляції. При цьому, незважаючи на відновлення периферичного кровообігу, розвивається ГПН з можливим летальним наслідком.

Позиційний синдром (ПС) розвивається у постраждалих з тривалою компресією окремих частин тіла (як правило, однієї з кінцівок) власною масою тіла при тривалому перебуванні у вимушеному положенні. Він часто асоціюється з прийомом сурогатів алкоголю, наркотичних речовин, отруєнням вихлопними або чадним газами. У період компресії місцеві симптоми переважають над загальними, відзначаються незначний біль, анемія і гіперестезія тканин, при декомпресії може виникнути колапс. При ПС не трапляється деструкції м'язових тканин, повільно розвивається набряк, відсутні ТШ і розлади ниркової фільтрації.

Синдром травматичного ендотоксикозу (СТЕ) виникає при ушкодженні великих м'язових масивів, паренхімних органів або резорбції великих гематом внаслідок

вогнепальних поранень або закритої травми. При цьому СТЕ обтяжується перебігом ТШ із швидким розвитком ГПН.

Компартмент-синдром – стан, при якому зростання підфасціального тиску в закритому кістково-фіброзному просторі при травмі кінцівки зменшує перфузію тканин до рівня, нижчого за життєво необхідний, і призводить до ішемії та некрозу м'язів. [Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ. 2015]

В даних методичних рекомендаціях буде розглянутий турнікетний синдром (ТС). Визначення терміну турнікетного синдрому немає у міжнародній класифікації хвороб та відомих зарубіжних джерелах.

Цей термін сформований на підставі власного аналізу постраждалих військовослужбовців із турнікетним синдромом, які надходили на лікування із 2 рівня надання медичної допомоги до ВМКЦ ПнР у період 2022-2024 рр. (Хорошун ЕМ, Страфун СС, Шипілов СА, Клапчук ЮВ, та ін., 2024).

Турнікетний синдром (ТС) – стан, який виникає при неправильному використанні турнікета і характеризується тяжким специфічним травматичним ушкодженням у вигляді поєднання роздавлювання (руйнації) м'яких тканин, судинних і нервових утворень кінцівок або інших анатомо-функціональних ділянок, з тривалою їх компресією, що при реперфузії призводить до критичного розладу гемодинаміки і порушення функції нирок внаслідок ендотоксикозу.

РОЛЬ ТИСКУ І ТРИВАЛОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТУРНИКЕТА

Безпечна тривалість і тиск під час використання турнікета залишається спірним. Рекомендацій стосовно цього немає. Було описано безпечне обмеження часу в 1–3 години (Pedowitz RA, 1991). Horlocker et al. (2006) виявили сильну кореляцію пошкодження нерва з подовженням загального часу накладання турнікета з приблизно триразовим збільшенням ризику неврологічних ускладнень на кожні 30 хвилин збільшення використання турнікета. Тривалість безперервного використання турнікета також підвищувала ймовірність нейронної дисфункції (Horlocker TT, Hebl JR, Gali B, Jankowski CJ, Burkle CM, Berry DJ, et al. Anesthetic, patient and surgical risk factors for neurologic complications after prolonged total knee arthroplasty. *Anesth Analg.* 2006;102:950-5).

Згідно проведених досліджень використання турнікета протягом >2 годин і тиску >350 мм рт. ст. в нижніх кінцівках та >250 мм рт. ст. у верхній кінцівці збільшує ризик компресійної нейропраксії. Якщо потрібно >2 години, джгут необхідно знімати протягом 5 хвилин кожних 30 хвилин часу (Wheless CR 3rd. In *Wheless Textbook of Orthopedics.*

Extremity Tourniquets. Available on internet. http://www.whelessonline.com/ortho/extremity_tourniquets), що практично не можливо виконати у бойових умовах. Стосовно часу, то хірурги-ортопеди у мирний час, як правило, практикують фіксований тиск накачування (зазвичай 250 мм рт. ст. для верхньої частини руки і 300 мм рт. ст. стегна) або фіксовану кількість тиску вище систолічного артеріального тиску (зазвичай +100 мм рт. ст. для верхньої частини руки і 100-150 мм рт. ст. для стегна) (Deloughry JL, Griffiths R. *Arterial tourniquets. Continuing Education in Anaesthesia. Crit Care Pain (Indian Edition).* 2009; 2:64-8), що також не можливо у воєнний час. Крім того дані рекомендації не враховують вік та індивідуальний артеріальний тиск хворого. Як припускали Хорлокер та ін. (2006), молодші пацієнти мають нижчий систолічний артеріальний тиск, і, отже, надування джгутів до фіксованого тиску призводить до більшої різниці між тиском накачування джгута та артеріальним тиском, що призводить до надмірного стиснення (Estebe JW. *Complications of tourniquet use.* From http://www.tourniquets.org/complications_preventive.php Accessed on 09/06/2011). Тому використання найнижчого ефективного тиску накачування було підтримано, щоб мінімізувати пошкодження нерва, пов'язане з джгутом (Mohler LR, Pedowitz RA, Myers RR, Ohara WM, Lopez MA, Gershunni DH. *Intermittent reperfusion fails to prevent post tourniquet neurapraxia.* *J Hand Surg Am* 1999;24:687-93).

Якщо говорити про безпечне застосування турнікета, то потрібно намагатися дотримуватися 10 правил Bruner, які модифіковані Barithwaite and Klenerman (Kutty S, McElwain JP. *Padding under tourniquets in tourniquet controlled surgery: Bruner's ten rules revisited.* *Injury.* 2002; 33:75). Враховуючи сучасні турнікети, які використовують на полі бою (недостатня ширина), а також особливості умов де вони використовуються, дотримання даних правил практично не можливо.

Згідно наших спостережень ТС зазвичай виникає у результаті використання джгута протягом 3 годин та більше, однак він може проявитися і через менший проміжок часу. Зокрема на виникнення ТС впливає також загальна крововтрата хворого, переохолодження або навпаки перегрів постраждалого, як саме був накладений турнікет: на одяг чи безпосередньо на шкіру кінцівки, вид та методика накладання турнікета. У деяких випадках спостерігали накладання до трьох турнікетів на одному рівні кінцівки, що призводило до значних руйнівних змін у м'яких тканинах.

КЛІНІЧНА КАРТИНА ТА МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТУРНИКЕТНОГО СИНДРОМУ

Особливостями клінічних проявів при турнікетному синдромі є наявність вираженого больового синдрому в ділянці розташування турнікета, гіперемія шкіри та

набряк тканин під турнікетом, наявність порушення чутливості у кінцівці. Але часто пацієнти при огляді знаходяться під провідниковим знеболенням і прояв больового синдрому може бути відсутнім.

При об'єктивному обстеженні визначається набряк сегменту, де був накладений турнікет або «задерев'яніння», коли турнікет мав місце 6 год та більше.

Потрібно розуміти, що наявність артеріального пульсу при пальпації на периферії не може точно вказувати на ступінь пошкодження судин та відносний тиск тканин у м'язово-фасціальних футлярах у разі розвитку компартмент-синдрому. У деяких пацієнтів пульс все ще присутній, навіть у значно ураженій кінцівці.

Під час огляду ураженого сегменту кінцівки оцінюємо:

- місце, де був накладений турнікет;
- час, протягом якого стояв турнікет, а також чи проводилася конверсія;
- наявність пошкоджень, набряків або зміни кольору шкіри;
- шляхом пальпації температуру шкіри, напруження та болочість;
- пульс на периферичних артеріях кінцівки після зняття турнікета та його стояння до 6 год;
- активні та пасивні рухи у дистальних суглобах верхньої та нижньої кінцівок (пальців кисті та стопи, променево-зап'ястному та гомілково-стопному суглобах);
- чутливість дистальних відділів кінцівок.

При підозрі на перелом потрібно зробити рентгенографію. Ультразвукове дослідження дає можливість оцінити ступінь ураження м'язів м'язово-фасціальних футлярів та оцінки судин. Основною ознакою при ультразвуковому дослідженні м'язів МФФ є різна ступінь порушення їх структури, тобто порушення малюнку м'язових волокон.

Підвищення рівня креатинфосфокінази (СРК) свідчить про розпад м'язів внаслідок ішемії, пошкодження або рабдоміолізу. Якщо розглядається рабдоміоліз, слід провести оцінку функції нирок (швидкість клубочкової фільтрації, визначення темпу діурезу), аланінтрансферази (АЛТ), аспартаттрансферази (АСТ) плазми, міоглобіну сечі та аналіз сечі.

Таким чином, з метою встановлення діагнозу турнікетного синдрому проводиться аналіз наступних показників: термін стояння турнікета (до 3 годин, 3, 1-6 год., 6,1 год. та більше), місце накладання турнікета (плече, стегно), місцеві клінічні прояви (набряк, парестезія, гіпостезія, анестезія, гіпотермія, контрактура суглобів кисті чи стопи), лабораторні показники (креатинін, АЛТ, АсАТ, КФК, калій та міоглобін), оцінка периферичного пульсу, діурезу, ультразвукове дослідження м'язів, ультразвукове

дослідження нирок та нижньої порожнистої вени для розрахунку інфузійної терапії, рентгенографічні дослідження у ділянці пошкодження, комп'ютерна томографія у випадку поєднаних поранень, а також інтраопераційна візуальна оцінка м'язів (м'язи життєздатні, парціальний чи поширений рабдоміоліз).

КЛАСИФІКАЦІЯ ТУРНІКЕТНОГО СИНДРОМУ

На підставі ретроспективного порівняльного аналізу даних поранених, які мали клінічну картину ТС, (підтверженого анамнестичними та клінічними даними, лабораторно-інструментальними методами обстеження, УЗД, інтраопераційною картиною м'язів пошкодженого сегменту кінцівки), розроблено класифікацію ТС, на підставі якої базувалася тактика ведення пораненого.

1 стадія (легка). Для цієї стадії характерна тривалість накладання турнікета до 3 годин. При огляді відмічається набряк сегменту та локальна пальпаторно болочість у місці, де був накладений турнікет, гіпостезія дистальних відділів кінцівки. Активні рухи у пальцях кисті при турнікетному синдромі плеча та передпліччя, а пальців стопи при турнікетному синдромі стегна та гомілки збережені. У біохімічному аналізі крові показники АЛТ, АсАТ у межах норми, креатинін до 180 ммоль/л, КФК до 5 тис. Од/л, Калій у межах норми, міоглобін до 75 мкг/л, діурез більше 0,5 мл/кг/год, дистальний кровотік на кінцівці збережений. За даними УЗД – візуалізація нормальної структури м'язових волокон.

2 стадія (середня). Дана стадія поділяється на 2 А та 2 Б підстадії. Характерною особливістю є тривалість турнікета від 3 до 6 годин.

2 А стадія. При огляді відмічається набряк сегменту, локальна пальпаторно болочість, гіперемія та мацерація у місці, де був накладений турнікет, гіпостезія дистальних відділів кінцівки. Дистальний кровотік на кінцівці збережений. У біохімічному аналізі крові показники АЛТ, АсАТ до 800 Од/л, креатинін від 181-350 ммоль/л, КФК від 5,1 до 10 тис. Од/л, Калій у межах норми, міоглобін від 76 до 200 мкг/л, діурез більше 0,5 мл/кг/год. За даними УЗД візуалізується локальне ураження м'язових волокон під місцем накладання турнікета.

2 Б стадія. При огляді відмічається набряк сегменту, локальна пальпаторна болочість, гіперемія та мацерація у місці, де був накладений турнікет, гіпостезія дистальних відділів кінцівки, а також зниження температури дистальних відділів кінцівки, що можна реєструвати за допомогою тепловізійних пристроїв (Flir C3-5). Реєструється порушення дистального кровотоку.

У біохімічному аналізі крові показники АлАт, АсАТ 801 та більше Од/л, креатинін від 181 -350 ммоль/л, КФК від 5,1 до 10 тис. Од/л, Калій до 6,5 ммоль/л, міоглобін від 201 до 400 мкг/л, діурез більше 0,3-0,5 мл/кг/год. За даними УЗД візуалізується ураження м'язових волокон під місцем накладання турнікета, а також дистальних відділів (передпліччя або гомілки).

3 стадія (важка)

Для розвитку даної стадії характерне накладання турнікета на 6 годин та більше. При огляді відмічається виражений деревоподібний набряк сегменту, мацерація у місці накладання турнікета, анестезія та гіпотермія дистальних відділів кінцівки. Характерною особливістю цієї стадії є розвиток незворотних ішемічних змін у м'язах із формуванням контрактур у суглоба кисті або стопи! У біохімічному аналізі крові показники АлАт, АсАТ 801 та більше Од/л, креатинін 351 та більше ммоль/л, КФК 20 тис. Од/л та більше, Калій 6,6 ммоль/л та більше, міоглобін 401 та більше, діурез менше 0,3 мл/кг/год, сеча кольору «портвейна». Згідно УЗД реєструється відсутність дистального кровотоку та ураження м'язових волокон від 51% та більше).

NB! У тому випадку, коли згідно анамнезу, турнікет стояв 6 годин та більше, а також при показниках у біохімічному аналізі крові, які відповідають 2 стадії, відсутності контрактури пальців кисті або стопи, що свідчить про життєздатність м'язів, можливе зняття турнікета з метою ревізії м'язів сегменту, де був накладений турнікет.

ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ТУРНИКЕТНОГО СИНДРОМУ

Зважаючи на певну схожість клінічних проявів, що часто призводить до неправильної тактики лікування, доцільним є проведення диференційної діагностики між такими ураженнями кінцівок, як: синдром позиційного стиснення, краш-синдром, кластридальний міозит, ушкодження периферичних нервів, ушкодження магістральних артерій (тромбоз глибоких вен), целюліт, газова гангрена, блакитно-блакитна флегмазія. [Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ. 2015] [Torlincasi AM, Lopez RA, Waseem M. Acute Compartment Syndrome. 2023 Jan 16. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 28846257.]

Для вибору тактики хірургічного втручання потрібно розуміти різницю між турнікетним синдромом та компартмент-синдромом, хоча вони є спорідненими станами та можуть мати місце одночасно.

Із нашого спостереження турнікетний синдром характеризується наступними особливостями:

- використання турнікета більше 3 год;
- виражений циркулярний інтерстиційний набряк стегна чи плеча нижче турнікета;
- поверхневі відділи м'язів стегна життєздатні та пролабують через фасціотомні розрізи;
- циркулярний рабдоміоліз глибоких м'язів у ділянці накладання турнікета;
- швидке прогресування гострого ушкодження нирок;
- зміна якісного на кількісного складу сечі.

На відміну від турнікетного синдрому при компартмент-синдромі турнікет не використовувався або його застосування було терміном до 2-3 год, відмічається набряк лише ділянки поранення (гомілка, передпліччя) та відмічається поступове наростання пошкодження нирок згідно наших спостережень.

При компартмент-синдромі потрібно починати операцію з ревізії вогнепальної рани. При турнікетному синдромі до 6 год починають операцію з ревізії м'язів стегна або плеча у ділянці та нижче турнікета. Якщо час турнікета 6 год і більше проводиться ревізія м'язів стегна та плеча без його знаття.

Рішення про проведення ампутації кінцівки приймається лише при спільному огляді декількох профільних спеціалістів: хірурга відділення гнійної хірургії, травматолога та судинного хірурга сумісно із провідним хірургом, ретельному аналізу даних лабораторних показників, даних діурезу, макроскопічній картині м'язів у ділянці турнікета, аналізі результатів шкали MESS, даних УЗД нирок й обов'язковій згоді хворого при його ясній свідомості.

При рабдоміолізі поверхнево розміщених відділів м'язів, у ділянці стояння турнікета, частково збереженій кровотоковості, скоротливості, збереженому діурезі та нормальних показниках у біохімічному аналізі крові, проводиться дебрідмент м'язів й динамічне спостереження із наступною ревізією м'язів на наступну добу.

При рабдоміолізі великого масиву м'язів, які виходять за межі накладання турнікета, особливо параосальних, олігоанурії зі зміною якісного та кількісного складу, кольору сечі «колір портвейну чи м'ясних помийв», анурії, високих показниках креатиніну, сечовини – проводиться висока ампутація вище турнікета або екзартикуляція із видаленням усіх нежиттєздатних м'язів.

АЛГОРИТМ ЛІКУВАННЯ ПОРАНЕНИХ Й ТРАВМОВАНИХ ІЗ ТУРНИКЕТНИМ СИНДРОМОМ

На підставі запропонованої класифікації розроблений алгоритм дій при турнікетному синдромі:

При I стадії турнікетного синдрому першочергово проводиться комплексна консервативна терапія із динамічним спостереженням та контрольним (через 12 год) аналізом біохімічних показників крові, УЗД та діурезом. Консервативна терапія включає: сорбенти, препарати лактулози (дуфлак, лактовіт), содові та очисні клізми, внутрішньовенне введення «сода буфер» під контролем рівня кислотно-лужного складу крові. Проводиться адекватна гідратація та корекція анемії препаратами крові. При позитивній динаміці продовжується консервативна терапія.

При негативній – проводиться фасціотомія сегменту кінцівки для декомпресії МФФ та ревізії м'язів.

Безумовно перша стадія турнікетного синдрому має позитивний прогноз на одужання.

На IIА ТС стадії зазвичай під час операції відмічається мозаїчний рабдоміоліз. Здійснюється некректомія. Визначення життєдіяльності м'язів проводиться за принципом 4-х «К»: контрактильність (здатність до скорочення), кровоточивість, консистенція та колір. Враховуючи реперфузійний синдром обов'язково проводиться профілактична фасціотомія дистальних відділів кінцівки. Проводиться комплексна консервативна терапія, динамічне спостереження із контрольним (через 12 год) аналізом біохімічних показників крові, УЗД та діурезом й повторною ревізією м'язів з метою оцінки їх життєдіяльності.

У випадку негативної динаміки в біохімічному аналізі крові розглядається додавання до лікування гемодіалізу.

Тактика ведення пацієнта. Знімаємо турнікет! Фасціотомія на всю довжину сегменту із ревізією усіх м'язів, особливо параосальних. На цій стадії зазвичай відмічається рабдоміоліз більшої частини м'язів, у місці накладення джгута, із переважним ураженням параосальних. Після широкої фасціотомії МФФ та некректомії у ділянці турнікета обов'язково проводиться фасціотомія дистальних відділів кінцівки (передпліччя або гомілки).

На цій стадії продовжується комплексна консервативна терапія, динамічне спостереження із контрольним (через 12 год) аналізом біохімічних показників крові, УЗД та діурезом. Через 12 год проводиться повторна ревізія м'язів на предмет їх життєдіяльності.

При негативній динаміці, зокрема прогресуванні рабдоміолізу, наростанні показників у біохімічному аналізі крові, розвитку анурії проводиться ампутація кінцівки вище межі накладеного турнікета. Передумовою успішного лікування пацієнтів із 2Б стадією турнікетного синдрому є проведення гемодіалізу. Ранньою ознакою позитивної динаміки буде відсутність прогресування рабдоміолізу та зменшення показників трансаміназ.

При 2А стадії турнікетного синдрому крім консервативного лікування першочергово проводиться фасціотомія МФФ під місцем де стояв джгут та дистальних сегментів. Під дистальними сегментами розуміється передпліччя при турнікеті на плечі та гомілка при знаходженні турнікета на стегні. Проводиться парціальна некректомія. При позитивній динаміці, тобто відсутності прогресування рабдоміолізу, покращення лабораторних показників крові – настає одужання пацієнта.

2Б стадія може діагностуватися первинно під час поступлення постраждалого або може бути наслідком прогресування 2А стадії із характерною зміною клінічних і лабораторних показників.

При цій стадії першочергово проводиться фасціотомія МФФ під місцем де стояв джгут та дистальних сегментів. Зазвичай проводиться розширена нефректотомія, враховуючи більший масив нежиттєздатних м'язів. На цій стадії, коли має місце гостре пошкодження нирок проводиться гемодіаліз.

Якщо відмічається негативна динаміка, яка характеризується наростанням трансаміназ крові, зниженням діурезу до анурії, появою контрактури у суглобах кисті чи стопи, порушенням магістрального кровообігу – ставляться покази до ампутації кінцівки із наступним проведенням гемодіалізу.

III стадія турнікетного синдрому виникає при застосуванні джгута протягом 6 годин та більше, що призводить до незворотного ішемічного ураження м'язів.

При анамнестичному застосуванні джгута понад 6 годин, але лабораторних показниках, які відповідають II стадії, відсутності контрактури у суглобах кисті чи стопи – проводиться зняття турнікета, фасціотомія МФФ, ревізія м'язів під місцем стояння турнікета на передпліччі чи гомілці із парціальною чи поширеною некректомією. Враховуючи наявність гострого пошкодження нирок, проводиться гемодіаліз.

При анамнестичному застосуванні джгута більше 6 годин, наявності контрактури у суглобах кисті чи стопи та порушеному магістральному кровоотоці турнікет не знімається – проводиться ампутація вище джгута.

Пацієнтам із гострим ушкодженням нирок проводиться як гострий, так і хронічний діаліз. Перевага надається гострому гемодіалізу, цитратно-кальцієвій антикоагуляції, особливо при великих ранових поверхнях з метою профілактики кровотечі.

Під час гемодіалізу обов'язковий контроль рівня калію (норма 3,5-5,5 ммоль/л) та бікарбонату (24-28 ммоль/л) крові. Оптимально дотримуватися рівня бікарбонату 28-34 ммоль/л для залужнення крові. Один сеанс гострого діалізу триває 72 години. На курс лікування у середньому потрібно 3 сеанси. При відсутності гострого діалізу проводиться хронічний, який також краще здійснювати у вигляді Sledd терапії. Сеанс хронічного гемодіалізу триває 10 годин і включає від 10 до 15 сеансів.

Під час гемодіалізу проводиться контроль волеї за рахунок моніторингу центрального венозного тиску (ЦВТ) та УЗД розмірів просвіту нижньої порожнистої вени (норма 15-20 мм).

NB! Під час лікування турнікетного синдрому заборонено використовувати діуретики.

До основних критеріїв припинення гемодіалізу відносять:

1. відновлення діурезу до 0,5 мл/кг/год та вище;
2. зменшення рівня креатиніну у крові до 350 ммоль/л та приріст після зниження не більше 50% за 24 години спостереження.

Для адекватного лікування ТС потрібно добре знати спосіб проведення фасціотомії МФФ з метою декомпресії та ревізії м'язів на предмет рабдоміолізу. Для ревізії м'язів проводиться фасціотомія на всю довжину м'язового черевця та розкриваються усі МФФ сегменту кінцівки, що дає можливість точної інтерпретації ураження м'язових волокон й прийняття правильного рішення.

МЕТОДИКИ І ТЕХНІКИ ВИКОНАННЯ ФАСЦІОТОМІЙ НА РІЗНИХ СЕГМЕНТАХ КІНЦІВОК ТА ЇХ ПРОТИПОКАЗИ

При бойовій травмі потрібно виконувати лише повну відкриту фасціотомію для профілактики розвитку ішемічних змін на шляхах евакуації та ЕМЕ, що можуть виникати при неповному розкритті МФФ із обов'язковою ревізією параосальних м'язів.

Повна відкрита фасціотомія дає задовільні результати декомпресії, але не відповідає всім вимогам, оскільки сухожилки в рані певний час залишаються оголеними, що може призвести до їх рубцевого блоку. З метою профілактики ускладнення необхідне своєчасне закриття шкіри над розкритими МФФ [Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ. 2015].

Техніка фасціотомії на передпліччі

Доступ: зигзагоподібний розріз від медіального надвиростка плеча до межі середньої та нижньої третин передпліччя.

Фасціотомія: фасцію розтинають повздовжньо по всій довжині шкірного розрізу, а далі (до дистального краю передпліччя) проводять закриту фасціотомію поза проекцією судинно-нервових пучків.

Ревізія судинно-нервових пучків: виконується ревізія серединного нерва під круглим пронатором та в середній третині передпліччя. Якщо наявне ішемічне ушкодження не тільки згиначів, а й розгиначів кисті та пальців, слід проводити таку комбіновану фасціотомію на обох (долонній і тильній) поверхнях передпліччя.

Техніка фасціотомії на кисті

Доступи: повздовжній розріз по долонній поверхні в ділянці тенара, паралельно 1-й п'ясній кістці, поза проекцією гілочок серединного нерва. Повздовжній розріз по долонній поверхні в зоні гіпотенара паралельно 5-й п'ясній кістці з відступом на 0,5 см від проекції ліктьового нерва в бік до ліктьового краю кисті. Окремі повздовжні розрізи у кожному міжкістковому проміжку на тилу кисті.

Фасціотомія: проводиться відповідно до доступів.

Техніка фасціотомії на гомілці

Доступи: медіальний повздовжній доступ уздовж проксимальної та середньої третин гомілки паралельно великогомілкової кістці, із відступом від останньої на 2-3 см дозад (важливо не пошкодити велику підшкірну вену, відводячи її до верхнього краю рани). Латеральний доступ проводять на 1 см вище краю малогомілкової кістки вздовж верхньої то середньої третин гомілки.

Анатомія МФФ гомілки і техніка проведення медіального та латерального доступів для розкриття компартментів гомілки.

Фасціотомія з медіального доступу: декомпресійну фасціотомію заднього глибокого футляра гомілки виконують уздовж усього розрізу, а дистальніше – закрито. Використовуючи цей самий розріз і мобілізуючи задній край шкіри уздовж усього розрізу на глибину 2-3 см й орієнтуючись по задній стінці глибокого фасціального футляра, виконують повздовжній розріз по медіальному краю заднього поверхневого футляра.

Фасціотомія з латерального доступу: мобілізуючи передній край шкіри по всій довжині, спочатку виконують поперечний розріз між'язевої перетинки, яка розділяє передній компартмент від латерального. Після чого проводять декомпресію передньо-латерального кістково-фасціального футляра повздожнім розрізом, починаючи на 2 см дистальніше шийки малогомілкової кістки. Повздожнім розрізом фасції біля нижнього краю рани проводять декомпресію м'язів, які покривають малогомілкову кістку й утворюють латеральний кістково-фасціальний футляр; при цьому розріз фасції необхідно починати на 2-3 см дистальніше шийки малогомілкової кістки.

Техніка фасціотомії на стопі

На стопі розрізняють чотири МФФ: міжкістковий, латеральний, центральний та медіальний.

Доступи: для декомпресії МФФ стопи використовують два повздожніх розрізи по тильній поверхні стопи у проекції 2-ї та 4-ї плесневих кісток для розкриття міжкісткових МФФ та медіальний доступ, через який проводиться розкриття медіального центрального та латерального за допомогою ножиць або затискача.

Найбільш поширеними помилками при виконанні фасціотомії є наступні:

- недостатній об'єм фасціотомії (проведення фасціотомії без розкриття всіх фасціальних футлярів вздовж всього сегменту кінцівки та ревізії параосальних м'язів;
- неправильна оцінка показників до виконання фасціотомії;
- неправильні доступи при виконанні фасціотомії (один задній доступ для декомпресії фасціальних футлярів гомілки, неправильні доступи для декомпресії фасціальних футлярів передпліччя);
- виконання фасціотомії без ревізії судинно-нервових пучків, глибоких м'язів;
- надмірний об'єм фасціотомії (доступи протягом всього сегмента з виходом на суглоб та розкриття суглобової сумки, навіть там, де анатомічно м'язи відсутні);
- ушкодження периферичних нервів, перфорантних судин, поверхневих венозних сплетень, кінцевих гілок чутливих нервів.

Фасціотомія протипоказана при турнікетному синдромі III стадії, коли має місце незворотна ішемія м'язів із розвитком їх рабдоміолізу та формування контрактур суглобів кінцівок. При цьому проводиться ампутація вище рівня турнікета. Також фасціотомія протипоказана при нестабільній гемодинаміці пацієнта, виконання якої може призвести до погіршення стану хворого.

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ ТУРНІКЕТНОГО СИНДРОМУ

Розглядаючи актуальність представленої проблеми в сучасних умовах військового конфлікту в Україні необхідно не тільки розглядати різноманіття ускладнень під час ТС, а й провести аналіз і стратегічно розглянути питання створення оптимальних систем-протоколів динамічного моніторингу, хірургічної тактики на всіх рівнях надання медичної допомоги. Прогноз ТС залежить головним чином від того, наскільки швидко буде діагностовано та проведено відповідне лікування.

При ТС до 6 годин та при проведенні лікування є шанси на збереження кінцівки із незначними функціональними порушеннями. При турнікетному синдромі 6 годин та більше із наявністю контрактур у суглобах проводиться ампутація.

Гостре пошкодження нирок при ТС нижньої кінцівки розвивається частіше ніж при ТС верхньої кінцівки, оскільки уражується більший масив м'язів.

ВИСНОВКИ

Турнікетний синдром є різновидом компресійно-роздавленої травми та є специфічним за патогенезом і перебігом, що потребує комплексного інтенсивного лікування, вимагає від медичного персоналу знань основ профілактики та лікування ниркової недостатності, інтенсивної терапії метаболічних розладів. Успіх лікування в повній мірі залежить від уміння використовувати турнікет і вчасного проведення конверсії на I-II рівнях та забезпечення екстракорпоральними методами детоксикації на III-IV рівнях медичного забезпечення.

На основі статистичних даних ВМКЦ ПнР, за період 2022-2024 років, у структурі причин ампутацій кінцівок зберігається збільшення частоти турнікетного та компартмент-синдромів із 9 до 32%. Слід відмітити, що у 20% випадків турнікетного синдрому, в результаті якого була проведена ампутація, турнікет був накладений не за показами: пораненнями м'яких тканин без ушкодження магістральних судин. При турнікетному та компартмент синдромах частота рабдоміоліз-асоційованого гострого пошкодження нирок (РМ-ГПН) знаходиться в межах від 35 до 50% у пацієнтів.

Серед пацієнтів із діагностованим ТС, які надійшли на лікування до ВМКЦ ПнР, у 32,8% було збережено кінцівку за рахунок своєчасного зняття турнікета, проведення дерматофасціотомії з ревізією м'язів і своєчасній некректомії та використання гемодіалізу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Компартмент-синдром при вогнепальних пораненнях кінцівок. Методичні рекомендації. Київ; 2015.

2. Синдром гострого компартменту при бойовій травмі кінцівок: методичні рекомендації [за ред. Хорошуна ЕМ, Луріна ІА, Верби АВ]. Харків: ТОВ компанія «Артпринт»; 2024. 40 с.
3. American College of Surgeons Advanced trauma life support, 10th ed. Location: American College of Surgeons. Chicago, USA; 2018.
4. Blackwood M. Treatment of wounds from fire trench to field ambulance. J R Army Med Corp. 1916; 2001147:230–235.
5. Eastridge BJ, Hardin M, Cantrell J, Oetjen-Gerdes L, Zubko T, Mallak C, et al. Died of wounds on the battlefield: causation and implications for improving combat casualty care J. Trauma. 2011;71:4-8. 10.1097/TA.0b013e318221147b View in ScopusGoogle Scholar.
6. Deloughry JL, Griffiths R. Arterial tourniquets. Continuing Education in Anaesthesia. Crit Care Pain (Indian Edition). 2009; 2:64-8.
7. Estebe JW. Complications of tourniquet use. From http://www.tourniquets.org/complications_preventive.php Accessed on 09/06/2011
8. Horlocker TT, Hebl JR, Gali B, Jankowski CJ, Burkle CM, Berry DJ, et al. Anesthetic, patient and surgical risk factors for neurologic complications after prolonged total knee arthroplasty. Anesth Analg. 2006;102:950-5.
9. Kutty S, McElwain JP. Padding under tourniquets in tourniquet controlled surgery: Bruner's ten rules revisited. Injury. 2002; 33:75.
10. Mohler LR, Pedowitz RA, Myers RR, Ohara WM, Lopez MA, Gershunni DH. Intermittent reperfusion fails to prevent post tourniquet neurapraxia. J Hand Surg Am. 1999;24:687-93.
11. Michaelson M. Essentials of Terror Medicine [SC Shapira (ED)]. New York : Springer, 2009. p. 337-346. doi: 10.1007/978-0-387- 09412-0_20.
12. Sever MS, et al. Recommendation for the Management of Crush Victims in Mass Disasters. Nephrology, Dialysis, Transplantation. Oxford University Press. 2012;27(Suppl 1). 67 p. doi:10.1093/ndt/gfs156.3
13. Stewart IJ, et al. Rhabdomyolysis among critically ill combat casualties: Associations with acute kidney injury and mortality. J Trauma Acute Care Surg. 2016;80:492-8. doi: 10.1097/TA.0000000000000933.)
14. Wheelless CR 3rd. In Wheelless Textbook of Orthopedics. Extremity Tourniquets. Available on internet. http://www.wheellesonline.com/ortho/extremity_tourniquets.