

L'utilizzo del tourniquet nelle emorragie da trauma in ambito civile: una revisione narrativa della letteratura

Tourniquet in traumatic haemorrhage in civilian settings: a narrative literature review

■ VITTORIO MASOTTA¹, PIETRO DA FERMO², ANGELO DANTE³, CARMEN LA CERRA⁴, VALERIA CAPONNETTO¹, CRISTINA PETRUCCI⁵, CELESTE MARIE ALFES⁶, LORETO LANCIA⁷

¹ Dottorando di Ricerca in Medicina Clinica e Sanità Pubblica - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila

² Infermiere - Dipartimento di Chirurgia, Azienda Socio-Sanitaria Territoriale di Cremona, Cremona

³ Assegnista di ricerca Scienze Infermieristiche Generali, Cliniche e Pediatriche - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila

⁴ Borsista di ricerca Scienze Infermieristiche - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila

⁵ Professore Associato Scienze Infermieristiche Generali, Cliniche e Pediatriche - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila

⁶ Professore Associato Scienze Infermieristiche - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila - Center for Nursing Education, Simulation, & Innovation, Frances Payne Bolton School of Nursing, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio

⁷ Professore Ordinario Scienze Infermieristiche Generali, Cliniche e Pediatriche - Dipartimento Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli studi dell'Aquila, L'Aquila



RIASSUNTO

Introduzione: L'emorragia arteriosa è una delle principali cause di morte in ambito civile e militare. Nonostante la pressione manuale diretta del sito emorragico sia ancora lo standard di riferimento per il controllo del sanguinamento, l'applicazione precoce, in ambito extra-ospedaliero di tourniquet si è dimostrata capace di ridurre le morti con bassi rischi di complicanze. L'obiettivo dello studio è quello di sintetizzare i metodi di utilizzo, le condizioni dei pazienti, gli esiti e le complicazioni relative alle applicazioni del tourniquet.

Materiali e Metodi: È stata condotta una revisione narrativa della letteratura tramite PubMed.

Risultati: Dieci articoli inclusi hanno fornito informazioni su 2982 applicazioni extra-ospedaliere di tourniquet, effettuate da sanitari, forze dell'ordine o laici, su 4228 pazienti. La mortalità non ha mai superato il 10.5% e l'emorragia è stata arrestata efficacemente nella maggior parte dei casi (da 88.8% a 99.0%). Raramente, le amputazioni documentate erano conseguenza dell'applicazione del tourniquet, piuttosto erano conseguenza diretta del trauma subito. Nonostante l'eterogeneità dei risultati, le complicazioni documentate sono state la paralisi nervosa, la sindrome compartimentale, le infezioni secondarie, la trombosi e la necessità di ricorrere alla fasciotomia.

Discussioni: Esiti incoraggianti ed affinità tra gli studi per la mortalità e l'arresto dell'emorragia suggeriscono il tourniquet come un aiuto efficace nel controllo delle emorragie degli arti in contesti civili. Ulteriori evidenze quantitative sono necessarie al fine di valutare l'impatto del tempo di intervento, delle condizioni iniziali del paziente e del livello di preparazione del personale che fornisce soccorso sull'efficacia del tourniquet e sulle complicazioni.

Conclusioni: Il tourniquet si è dimostrato efficace nel trattamento extra-ospedaliero delle emorragie anche quando non utilizzato da personale sanitario. Tuttavia, l'eterogeneità delle modalità di indagine non ha permesso la sintesi quantitativa dei risultati, per questo, è necessaria la conduzione di studi di replicazione.

Parole chiave: Tourniquet, emorragia arteriosa, ambito civile, emostasi, traumi degli arti.

**ABSTRACT**

Introduction: Arterial hemorrhage is a main cause of death in civilian and military settings. Although manual pressure to the bleeding site remains the standard for hemorrhage control, pre-hospital application of tourniquet demonstrated to reduce death with low risks of complication. The aim was to summarize methods of use, patients' conditions, outcomes, and complications after tourniquet application.

Methods: A narrative literature review was performed through PubMed.

Results: Ten articles selected provided data about 2982 pre-hospital tourniquet applications, performed by healthcare workers, fire fighters, police or lay persons, on 4228 patients. Mortality occurrence never exceeded 10.5% and hemorrhage was successfully stopped in most of the tourniquet applications (from 88.8% to 99.0%). Amputations were seldom related to tourniquet, rather were consequences of the trauma. Despite a heterogeneous reporting, complications included nerve palsy, compartment syndrome, secondary infections, thrombosis, and fasciotomies.

Discussion: Promising outcome data and similarities among studies for both mortality and hemorrhage control suggested a highly effective aid of tourniquets in controlling limb emergencies in civilian settings. Further studies are needed to evaluate the impact of timing, initial patient condition, and providers' education level on tourniquet effectiveness and serious complications.

Conclusions: Tourniquet showed its effectiveness in pre-hospital haemorrhages management, even if when applied by non-healthcare workers. However, heterogeneity in methods does not allow to perform a quantitative synthesis of study results. For this reason, replication studies are expected.

Key Words: Tourniquet, arterial haemorrhage, civilian setting, bleeding control, limb trauma

ARTICOLO ORIGINALE

PERVENUTO IL 23/12/2019

ACCETTATO IL 19/01/2020

Corrispondenza per richieste:

Prof. Loreto Lancia,

loreto.lancia@univaq.it

Gli autori dichiarano l'assenza di conflitto di interessi.

INTRODUZIONE

L'emorragia arteriosa conseguente a traumi degli arti rappresenta una delle principali cause di morte negli scenari di guerra, mentre in ambito civile è la seconda causa di decesso, preceduta solo dai traumi cranici^[1,2]. Sebbene l'emorragia arteriosa presenti caratteristiche epidemiologiche diverse in ambito militare e civile, essa rappresenta in entrambe le circostanze una causa di morte potenzialmente evitabile^[3]. In ambito civile, un terzo delle emorragie fatali conseguenti a traumi si verificano a seguito di gravi lesioni agli arti e, nonostante la pressione manuale diretta esercitata sul sito dell'emorragia rimanga lo standard di trattamento per il suo controllo, recenti evidenze hanno documentato che l'applicazione pre-ospedaliera di presidi per il controllo del sanguinamento può contribuire a diminuire i decessi da emorragia^[4,5]. Nonostante la carenza di dettagli storici, i dispositivi per arrestare le emorragie sono in uso da secoli^[6], già dall'epoca degli antichi greci^[7]. Tra le moderne tecnologie utilizzate per arrestare le emorragie degli arti vi è il tourniquet, che consiste generalmente in una banda di tessuto che viene posizionata a monte della ferita e stretta intorno all'arto tramite fibbie fino a determinare l'arresto del sanguinamento^[8]. Le preoccupazioni relative alle possibili complicanze cliniche associate all'applicazione del tourniquet, come ad esempio l'amputazione dell'arto e la sindrome compartimentale^[6,9,10], ne hanno limitato l'uso in ambito civile per diversi anni^[10]. Tuttavia, grazie all'ermostasi garantita nelle ferite degli arti, in ambito militare i tourniquet si sono dimostrati efficaci nel ridurre la mortalità sul campo di battaglia con

rischi minimi di complicanze^[11-13]. Pertanto, le recenti linee guida sulla gestione dei traumi emorragici orientano verso un precoce e intensivo utilizzo del tourniquet^[14-16]. Inoltre, a livello mondiale sono state condotte numerose campagne rivolte ai non sanitari per la sensibilizzazione e l'istruzione al suo utilizzo, tra le quali "Stop the Bleeding", indirizzata alla popolazione laica e alle forze dell'ordine che in tal modo hanno la possibilità di intervenire precocemente in attesa dell'arrivo dei soccorsi sanitari^[17]. Rispetto agli studi che ne hanno documentato gli esiti in ambito militare^[11,18], quelli condotti sui civili sono eterogenei per caratteristiche dei pazienti, etiologia del trauma, esiti clinici indagati, situazioni nelle quali il presidio è stato utilizzato e personale che lo ha posizionato^[2,4,5,7,19]. Sebbene recenti revisioni di letteratura abbiano documentato una riduzione della mortalità da emorragia massiva in ambito civile grazie all'applicazione del tourniquet^[20,21], non è disponibile una sintesi della letteratura in cui siano documentati cause, circostanze ed altri esiti clinici inerenti all'utilizzo del tourniquet in ambito civile. A tal proposito, la finalità principale di questo studio è contribuire al dibattito inerente all'utilizzo del tourniquet in ambito civile attraverso una sintesi della letteratura disponibile. In particolare, sono state esplorate le modalità d'uso del presidio, le condizioni e gli esiti clinici dei pazienti che lo hanno ricevuto e le complicanze eventualmente collegate all'applicazione del tourniquet in ambito civile.

MATERIALI E METODI

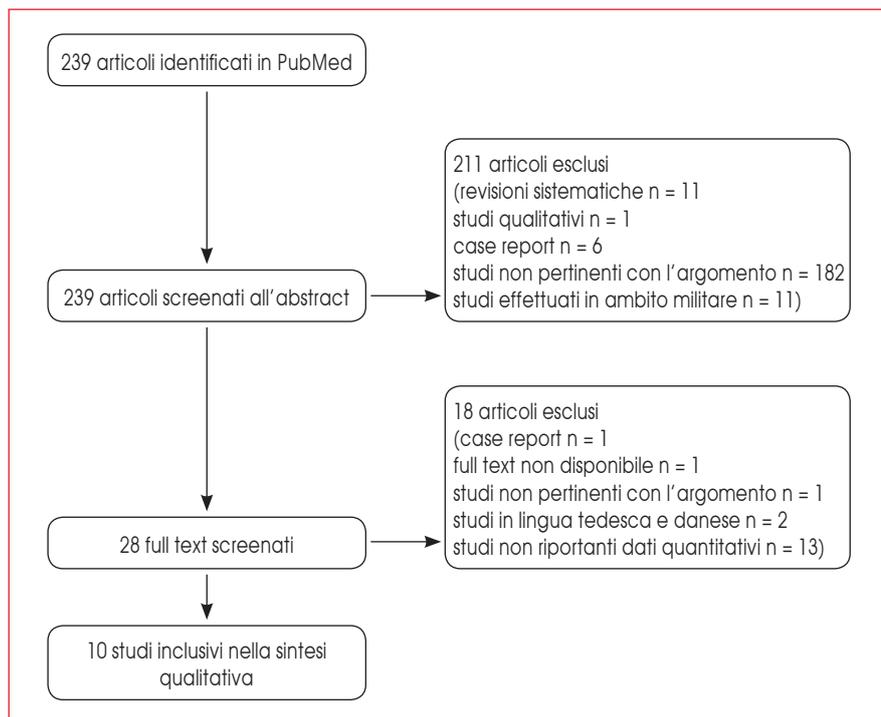
È stata condotta una revisione narrativa della letteratura consultando il database

PubMed, utilizzando la seguente stringa di ricerca: "(«Hemorrhage»[MeSH] OR hemorrhag* OR haemorrhag* OR bleed*) AND (tourniquet*) AND («Wounds and Injuries»[MeSH] OR trauma*)". Sono stati inclusi gli studi: a) quantitativi, b) condotti in ambito civile sulla popolazione adulta, c) disponibili in full-text, d) scritti in lingua inglese o italiana, e) pubblicati tra gennaio 2013 e novembre 2018 e f) in cui erano documentati gli esiti dell'utilizzo del tourniquet in pazienti traumatizzati. Titoli, abstract e full-text degli studi, reperiti attraverso il Sistema Bibliotecario di Ateneo, sono stati esaminati indipendentemente da due ricercatori per l'eleggibilità e l'inclusione. Le seguenti informazioni sono state estratte indipendentemente da due autori: anno di pubblicazione, disegno dello studio, Paese di conduzione, campione, numero di applicazioni pre-ospedaliere del tourniquet, operatore che aveva posizionato il tourniquet, punteggio dell'Injury Severity Score (ISS)^[22], esiti (mortalità, amputazioni, controllo dell'emorragia) e complicanze.

Eventuali discordanze emerse nelle diverse fasi del processo di revisione sono state risolte tramite discussione con un terzo autore. Per la gestione dei riferimenti bibliografici è stato utilizzato il software Thomson Reuters EndNote X7.8.

RISULTATI**Selezione degli studi**

Dei 239 risultati prodotti dalla ricerca bibliografica, 211 non rispondevano ai criteri di inclusione. Quindi, 28 articoli sono stati valutati nella versione full-text e 10 sono stati inclusi nella presente revisione narrativa (**Figura 1**).

Figura 1. Flow chart degli studi inclusi


Caratteristiche degli studi inclusi

Tutti gli studi inclusi erano retrospettivi ed erano stati condotti in Nord America (USA n = 9, 90.0%; Canada n = 1, 10.0%) e pubblicati nel periodo 2014 - 2018 (**Tabella 1**).

Applicazioni ed esiti del tourniquet

Complessivamente, sono stati analizzati i dati di 4228 pazienti che avevano ricevuto un totale di 2982 applicazioni pre-ospedaliere di tourniquet in contesti urbani (**Tabella 2**); nessuno studio incluso aveva documentato l'utilizzo del tourniquet in aree rurali. In cinque studi, i tourniquet erano stati applicati esclusivamente da personale sanitario qualificato^[4,6,9,23], mentre negli altri casi anche dal paziente stesso, laici, vigili del fuoco o forze dell'ordine intervenuti sulla scena^[2,7,10,19,24]. L'ISS era riportato in modo disomogeneo in sei studi^[2,4,5,9,10,19]. Alcuni ne avevano riportato i valori mediani, che variavano da 9 (range 1 - 50) a 10 (range 5 - 17)^[5,9], altri i valori medi che variavano da 11.3 a 17 (SD = 7.0)^[2,4,19], mentre ulteriori studi avevano documentato la percentuale di pazienti con ISS >15 (min 27.6%; max 29.2%)^[4,10]. La percentuale di mortalità nei pazienti a cui era applicato il tourniquet era documentata da tutti gli studi inclusi e risultava compresa tra lo 0% e il 10.5%. Tra gli studi che avevano monitorato l'amputazione dell'arto, l'occorrenza di tale esito variava dal 4.2% al 50.0% sul totale delle applicazioni di tourniquet considerate^[2,4,6,9,10,19].

Tuttavia, l'unica amputazione che sembra essere riconducibile all'utilizzo del tourniquet si era verificata nel caso in cui il presidio era rimasto in sede per 8 ore^[6]. Nella maggior

parte dei casi documentati, l'amputazione era avvenuta a causa della grave mutilazione dell'arto, di un trauma diretto, di un arto non salvabile o per la perdita irreversibile della funzionalità^[2,4,6,9,10,19]. Un solo studio non aveva descritto le cause delle amputazioni documentate^[5]. Nella valutazione dell'arresto dell'emorragia, la percentuale di successo dell'applicazione del tourniquet variava dall'88.8% al 99.0%^[9,19,24,25]. In un studio era documentato l'insuccesso del tourniquet improvvisato rispetto ai presidi commerciali

che avevano invece consentito di raggiungere l'emostasi^[24]. Oltre all'utilizzo del tourniquet, il trattamento dell'emorragia aveva previsto delle emotrasfusioni^[2,4-7,9,10,19], una revisione chirurgica della ferita^[2,4,6,7,9,10,19] e l'applicazione di emostatici topici^[24]. Tra gli studi che avevano documentato complicanze, sono emerse la paralisi nervosa, la sindrome compartimentale, le infezioni secondarie, le trombosi e la necessità di praticare una fasciotomia. Riguardo la paralisi nervosa, si era presentata con una frequenza massima del 6.1%^[10,19,25], mentre la sindrome compartimentale dell'2.3%^[5,6,10]. L'infezione secondaria si era manifestata con una percentuale massima del 13.8%^[4,6,9,10,19], mentre la frequenza massima di trombosi era stata del 7.8%^[4,9,10]. Infine, l'intervento di fasciotomia si era reso necessario con una frequenza massima del 6.5%^[9,10].

DISCUSSIONE

Tutti gli studi inclusi avevano un disegno retrospettivo e, nella maggior parte dei casi, consistevano in analisi dei registri trauma disponibili esclusivamente in contesti urbani. Nonostante l'omogeneità della prospettiva di osservazione assunta dai ricercatori, è emersa eterogeneità nei dati raccolti. Ciò non ha permesso la loro sintesi quantitativa, limitandone la generalizzabilità e la piena comprensione dal punto di vista clinico. Inoltre, gli esiti positivi conseguenti all'applicazione del tourniquet, le limitate complicanze ad esso attribuibili^[11-13] e la dubbia sostenibilità etica di studi sperimentali inerenti al suo utilizzo in situazioni di emergenza, richiedono la conduzione di studi prospettivi multicentrici, in cui i dati vengano raccolti in modo standardizza-

Tabella 1. Caratteristiche degli studi inclusi

ID	1° Autore, (anno)	Paese	Disegno dello studio	N
(2)	Passos E, (2014)	CANADA	Revisione retrospettiva di registro	190
(4)	Teixeira PGR, (2018)	USA	Revisione retrospettiva di registro	1026
(5)	Scerbo MH, (2017)	USA	Studio di coorte retrospettivo	306
(6)	Inaba K, (2015)	USA	Revisione retrospettiva di registro	87
(7)	Kue RC, (2015)	USA	Revisione retrospettiva di registro	98
(9)	Leonard J, (2016)	USA	Studio retrospettivo	95
(10)	Ode G, (2015)	USA	Revisione retrospettiva di registro	56
(19)	Schroll R, (2015)	USA	Revisione retrospettiva di registro	197
(21)	El Sayed MJ, (2017)	USA	Studio retrospettivo	2048
(22)	Zietlow JM, (2015)	USA	Revisione retrospettiva di registro	125

Tabella 2. Tourniquet e relativi esiti come riportato negli studi

ID	Tourniquet			ISS			Esiti				
	Applicazioni n	Pazienti n	Operatore	Media (DS)	Mediana (Min-Max)	>15 n (%)	Decesso n (%)	Amputazione n	Emostasi (%)	Altre terapie	Complicanze (%)
(2)	4	190	Laici	17 (7.0)	-	-	-	2	-	Trasfusione, chirurgia	-
(4)	181	1026	Sanitari ed altri	13.2 (10.3)	-	50 (27.6)	7 (3.9)	37	-	Trasfusione, chirurgia	Infezione secondaria (13.8) Trombosi (7.2)
(5)	252	306	Sanitari	-	10 (5-17)	-	13 (5.0)	78	-	Trasfusione	Sindrome compartimentale (2)
(6)	44	87	Sanitari	-	-	-	-	15	-	Trasfusione, chirurgia	Sindrome compartimentale (2.3) Infezione secondaria (2.3)
(7)	98	98	Sanitari ed altri	-	-	-	10 (10.5)	-	(92)	Chirurgia	Paralisi nervosa (1)
(9)	61	95	Sanitari	-	9 (1-50)	-	6 (9.8)	7	(98)	Trasfusione, chirurgia	Infezione secondaria (6.5) Fasciotomia (6.5) Trombosi -
(10)	24	56	Sanitari ed altri	-	-	7 (29.2)	2 (8.3)	1	-	Trasfusione, chirurgia, ricovero in Terapia intensiva	Paralisi nervosa - Sindrome compartimentale - Infezione secondaria - Fasciotomia - Trombosi -
(19)	197	197	Sanitari ed altri	11.3 (-)	- (1-75)	-	6 (3.0)	36	(88.8)	Trasfusione, chirurgia	Paralisi nervosa (6.1) Infezione secondaria (8.6)
(21)	2048	2048	Sanitari	-	-	-	14 (0.7)	-	-	-	-
(22)	73	125	Sanitari ed altri	-	-	-	1 (1.4)	-	(99)	Agenti emostatici	-

to, al fine di disporre di evidenze di qualità in grado di migliorare la comprensione degli effetti e della sicurezza d'uso del presidio in ambito civile^[26,27]. A tal proposito, la qualità metodologica degli studi inclusi non è stata documentata ed è dunque possibile ipotizzare che la loro natura retrospettiva possa aver

introdotto bias controllabili con studi di maggiore qualità. Il fatto che gli studi siano stati condotti esclusivamente in Nord America limita la validità ecologica dei risultati, cioè la loro estensibilità ad altri contesti internazionali^[28], rendendo necessaria la conduzione di studi che documentino gli esiti derivanti

dall'applicazione del tourniquet in altri Paesi del mondo dove, per evidenti differenze nei tempi e nelle modalità di soccorso^[2], gli esiti potrebbero essere differenti.

L'elevato numero di pazienti che aveva ricevuto l'applicazione del tourniquet prima dell'ingresso in ospedale, spesso effettuata

anche da astanti, personale non sanitario, forze dell'ordine e vigili del fuoco, evidenzia una diffusa consapevolezza riguardo l'importanza della tempestività nella gestione dell'emorragia in ambito extra-ospedaliero. Tale consapevolezza è stata probabilmente promossa dalle campagne di sensibilizzazione all'utilizzo del tourniquet^[17] e dalla facilità di utilizzo del presidio stesso. Tuttavia, vista l'indisponibilità di dati, non è ancora noto se l'applicazione del tourniquet da parte di sanitari o laici possa produrre differenze negli esiti. Inoltre, l'eterogeneità o l'assenza di dati disponibili riguardo la condizione iniziale dell'arto traumatizzato nonché il tempo di intervento e di permanenza in sede del presidio non consente di comprendere a fondo se ed in che modo tali fattori abbiano inciso sugli esiti. Nonostante l'ISS riportato negli studi indicasse la presenza di molti pazienti con un politrauma o trauma maggiore (ISS>15)^[29], la mortalità documentata non superava il 10,5%. È bene considerare che, nonostante non vi sia negli articoli analizzati un chiaro riferimento all'utilizzo del tourniquet come *conditio sine qua non* per la sopravvivenza del paziente, l'arresto dell'emorragia tramite il presidio, efficace fino al 99% dei casi, potrebbe essere stato cruciale per evitare conseguenze nefaste per il paziente. Tuttavia, l'indisponibilità di dati inerenti all'associazione tra condizioni cliniche, dati socio-anagrafici e mortalità, non ha consentito di quantificare l'impatto dell'applicazione del presidio sulla mortalità rendendo necessario l'aggiustamento dei tassi per le suddette variabili. La potenziale amputazione dell'arto, uno dei motivi per cui l'utilizzo del tourniquet era visto con diffidenza dagli operatori sanitari, è stata riscontrata solo in un caso, conseguente a una permanenza in sede del presidio per otto ore^[6]. Riguardo alle altre amputazioni documentate, si trattava di situazioni in cui l'arto, indipendentemente dall'utilizzo del tourniquet, non avrebbe potuto essere salvato. Dunque, tenendo conto del gran numero di applicazioni e del dato relativo alle amputazioni derivate dall'utilizzo del presidio, un'applicazione appropriata in termini temporali su arto non compromesso non sembra rischiosa per la salvaguardia dell'arto. Oltre al trattamento meccanico con il tourniquet, le emotrasfusioni sono state documentate dalla maggior parte degli esiti come ulteriori trattamenti. Il ricorso alle emotrasfusioni, nonostante la variabilità delle condizioni cliniche individuali, è giustificato dall'elevata e rapida perdita ematica associata alla lesione di un vaso arterioso. Mentre, la gravità delle ferite degli arti documentate negli studi può aver giustificato il diffuso ricorso all'intervento chirurgico.

Analizzando le complicanze insorte, l'infezione secondaria all'applicazione del tourniquet è stata la più frequente. A tal proposito, bisogna tener presente che in tutti i pazienti

la ferita era occorsa in seguito ad un trauma in ambito urbano con elevate probabilità di contaminazione della lesione. La seconda complicanza più frequente è stata la trombosi. Tale evenienza potrebbe essere associata al ridotto ritorno venoso secondario all'applicazione del presidio, la cui durata del trattamento andrebbe considerata nella gestione dell'emergenza^[4]. Tuttavia, in altre esperienze di studio non sono state documentate trombosi^[9,10], rendendo necessari ulteriori studi per comprendere se il tourniquet sia per esse un fattore determinante e quali siano le condizioni favorevoli a tale fenomeno. La sindrome compartimentale, documentata generalmente come complicanza nei traumi degli arti, dai dati reperiti in questa revisione non può essere attribuita con certezza all'utilizzo del tourniquet, in quanto l'ischemia derivata dall'innalzamento della pressione tissutale a seguito di una emorragia arginata dalle fasce muscolari evolve, se non trattata tempestivamente, verso tale sindrome, la cui unica terapia è la fasciotomia. Infine, resta dubbia l'associazione tra l'applicazione del tourniquet e la paralisi nervosa considerando i risultati discordanti riportati negli studi.

CONCLUSIONI

Negli studi inclusi, il tourniquet è stato riportato come presidio di elevata efficacia in emergenza extra-ospedaliera per l'arresto delle emorragie degli arti. Contrariamente ai timori più volte documentati in letteratura, un utilizzo ragionevole di questo presidio non solo sembra non aumentare il rischio di amputazione, ma appare determinante ai fini della sopravvivenza delle vittime di emorragie. Le complicanze documentate nei pazienti con emorragia potrebbero non dipendere dall'applicazione del presidio. È importante comunque considerare che il tourniquet ha lo scopo di affrontare situazioni di emergenza e che i pazienti coinvolti devono essere tempestivamente trasportati in ospedale per ricevere trattamenti risolutivi. Tenuto conto della possibilità di utilizzo da parte di sanitari e laici, sarebbe auspicabile che le campagne di sensibilizzazione vengano diffuse in modo capillare nella popolazione e maggiormente approfondite per il personale sanitario.

BIBLIOGRAFIA

- EVANS JA, VAN WESSEM KJ, McDougall D, LEE KA, LYONS T, BALOGH ZJ. *Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment*. World J Surg. 2010;34(1):158.
- PASSOS E, DINGLEY B, SMITH A, ENGELS PT, BALL CG, FAIDI S, ET AL. *Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting*. Injury. 2014;45(3):573-7.
- CALLAWAY DW, ROBERTSON J, SZTANKRYCER MD. *Law enforcement-applied tourniquets:*

a case series of life-saving interventions. Prehosp Emerg Care. 2015;19(2):320-7.

- TEIXEIRA PGR, BROWN CVR, EMIGH B, LONG M, FOREMAN M, EASTRIDGE B, ET AL. *Civilian Prehospital Tourniquet Use Is Associated with Improved Survival in Patients with Peripheral Vascular Injury*. J Am Coll Surg. 2018;226(5):769-76.e1.
- SCERBO MH, HOLCOMB JB, TAUB E, GATES K, LOVE JD, WADE CE, ET AL. *The trauma center is too late: Major limb trauma without a pre-hospital tourniquet has increased death from hemorrhagic shock*. J Trauma Acute Care Surg. 2017;83(6):1165-72.
- INABA K, SIBONI S, RESNICK S, ZHU J, WONG MD, HALTMEIER T, ET AL. *Tourniquet use for civilian extremity trauma*. J Trauma Acute Care Surg. 2015;79(2):232-7.
- KUE RC, TEMIN ES, WEINER SG, GATES J, COLEMAN MH, FISHER J, ET AL. *Tourniquet Use in a Civilian Emergency Medical Services Setting: A Descriptive Analysis of the Boston EMS Experience*. Prehosp Emerg Care. 2015;19(3):399-404.
- CAT Resources. *Combat Application tourniquet* [internet]. Rock Hill, SC [cited 2018 December 11]. Available from: <http://www.combattourniquet.com/>.
- LEONARD J, ZIETLOW J, MORRIS D, BERNIS K, EYER S, MARTINSON K, ET AL. *A multi-institutional study of hemostatic gauze and tourniquets in rural civilian trauma*. J Trauma Acute Care Surg. 2016;81(3):441-4.
- ODE G, STUDNEK J, SEYMOUR R, BOSSE MJ, HSU JR. *Emergency tourniquets for civilians: Can military lessons in extremity hemorrhage be translated?* J Trauma Acute Care Surg. 2015;79(4):586-91.
- KRAGH JR JF, WALTERS TJ, BAER DG, FOX CJ, WADE CE, SALINAS J, ET AL. *Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma*. Ann Surg. 2009;249(1):1-7.
- 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 Acute Care Surg. 2008;64(2):S28-S37.
- SCERBO MH, MUMM JP, GATES K, LOVE JD, WADE CE, HOLCOMB JB, ET AL. *Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians*. Prehosp Emerg Care. 2016;20(6):712-22.
- NAEMT - National Association of Emergency Medical Technicians, Pre-Hospital Trauma Life Support Committee, American College of Surgeons, Committee on Trauma. PHTLS: prehospital trauma life support 2016.
- SHACKELFORD SA, BUTLER JR FK, KRAGH JR JF, STEVENS RA, SEERY JM, PARSONS DL, ET AL. *Optimizing the use of limb tourniquets in tactical combat casualty care: Tactical Combat Casualty Care guidelines change 14-02*.
- Committee on Tactical Combat Casu-

- alty Care, Joint Trauma System. Tactical Combat Casualty Care Guidelines 2018.
17. American College of Surgeons. *Stop the Bleed*@[internet]. USA [cited 2018 December 11]. Available from: <https://www.stopthebleed.org/>.
 18. LAKSTEIN D, BLUMENFELD A, SOKOLOV T, LIN G, BSSORAI R, LYNN M, ET AL. *Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience*. *J Trauma Acute Care Surg*. 2003;54(5):S221-S5.
 19. SCHROLL R, SMITH A, McSWAIN NE, JR., MYERS J, ROCCHI K, INABA K, ET AL. *A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use*. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(1):10-4; discussion 4.
 20. ALONSO-ALGARABEL M, ESTEBAN-SEBASTIA X, SANTILLAN-GARCIA A, VILA-CANDEL R. *Tourniquet use in out-of-hospital emergency care: a systematic review*. *Emergencias*. 2019;31(1):47-54.
 21. HOSSFELD B, LECHNER R, JOSSE F, BERNHARD M, WALCHER F, HELM M, ET AL. *(Prehospital application of tourniquets for life-threatening extremity hemorrhage: Systematic review of literature)*. *Unfallchirurg*. 2018;121(7):516-29.
 22. BAKER SP, O'NEILL B, HADDON W, JR., LONG WB. *The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care*. *J Trauma*. 1974;14(3):187-96.
 23. EL SAYED MJ, TAMIM H, MAILHAC A, MANN NC. *Trends and Predictors of Limb Tourniquet Use by Civilian Emergency Medical Services in the United States*. *Prehosp Emerg Care*. 2017;21(1):54-62.
 24. ZIETLOW JM, ZIETLOW SP, MORRIS DS, BERNS KS, JENKINS DH. *Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care*. *J Spec Oper Med*. 2015;15(2):48-53.
 25. KUE RC, DYER KS, BLANSFIELD JS, BURKE PA. *Tourniquet use at the Boston Marathon*. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(4):701-2.
 26. BEAUCREUX C, VIVIEN B, MILES E, AUSSET S, PASQUIER P. *Application of tourniquet in civilian trauma: Systematic review of the literature*. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018;37(6):597-606.
 27. KAUVAR DS, DUBICK MA, WALTERS TJ, KRAGH JR JF. *Systematic review of prehospital tourniquet use in civilian limb trauma*. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;84(5):819-25.
 28. POLIT DF, BECK CT. *Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies*. *Int J Nurs Stud*. 2010;47(11):1451-8.
 29. KEEL M, TRENTZ O. *Pathophysiology of polytrauma*. *Injury*. 2005;36(6):691-709.