



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di laurea in Infermieristica

**L'UTILIZZO DEL TOURNIQUET
NELLA GESTIONE DELLE
EMORRAGIE DEGLI ARTI:
CONFRONTO TRA AMBITO
MILITARE E CIVILE**

Relatore:

Dott. Giordano Cotichelli

Tesi di Laurea di:

Sara Donninelli

Correlatore:

Dott. Pasquale Palumbo

A.A. 2019/2020

INDICE

ABSTRACT

INTRODUZIONE.....1

1 Campagna stop the bleed per la gestione dell'emorragia massiva

1.1 GOLDEN HOUR.....2

1.2 STOP THE BLEED E ALGORITMO THREAT.....4

1.3 TRIAGE.....6

2 Trattamento delle emorragie degli arti

2EMORRAGIA MASSIVA.....9

2.1CINEMATICA E CARATTERISTICHE DELLE LESIONI DEGLI ARTI.....13

2.2C-CIRCULATION.....15

3 Il Tourniquet

3.1 INDICAZIONI.....21

3.2 CAT.....25

3.3 SOFT-T.....27

OBIETTIVI.....28

MATERIALI E METODI.....29

RISULTATI.....29

DISCUSSIONE.....34

CONCLUSIONE.....49

BIBLIOGRAFIA

SITOGRAFIA

ABSTRACT

TITOLO: L'UTILIZZO DEL TOURNIQUET NELLA GESTIONE DELLE EMORRAGIE DEGLI ARTI: CONFRONTO TRA AMBITO MILITARE E CIVILE

INTRODUZIONE: In ambito civile, gestire un paziente con emorragia incontrollata degli arti, mediante l'impiego di medicazioni tradizionali, può rappresentare una grande sfida. Una valida alternativa è rappresentata dal tourniquet, strumento di origine militare, attraverso il quale è possibile arrestare l'emorragia in pochissimo tempo, fino al trasporto al trauma center più vicino.

OBIETTIVI: Analizzare l'utilizzo del tourniquet in due ambiti diversi tra loro: il civile e il militare. Attraverso l'esperienza in ambito militare, provarne l'efficacia in ambito civile.

MATERIALI E METODI: Revisione della letteratura mediante la consultazione di due banche dati scientifiche: Pubmed e Google Scholar, la quale indaga l'efficacia dell'applicazione del tourniquet in ambito civile.

RISULTATI: Tutti gli studi analizzati, hanno evidenziato l'importanza di un'adeguata formazione del personale sanitario, la quale ha permesso di ottenere ottimi risultati, nel controllo dell'emorragia degli arti anche in ambito civile.

CONCLUSIONI: Incentivare l'addestramento del personale sanitario all'utilizzo del tourniquet in ambito civile; per ottenere un controllo immediato dell'emorragia degli arti, senza complicanze.

INTRODUZIONE

Storicamente, la causa più comune di morte prevenibile a seguito di un trauma, è rappresentata dall'emorragia incontrollata degli arti¹. In ambito militare, essa costituisce la maggior causa di morbilità e mortalità in campo di battaglia. Per questa ragione, furono ideati i *tourniquet*, dei lacci emostatici in grado di bloccare rapidamente il flusso arterioso, limitando la perdita di sangue. In molte situazioni di emergenza infatti, arrestare rapidamente un'emorragia degli arti è una priorità, in particolare di fronte a quadri di compromissione emodinamica. Il metodo da prediligere, secondo le linee guida, è la pressione diretta sul sito della lesione, associata all'impiego di medicazioni semplici o compressive, ma tali procedure presentano, in queste tipologie di pazienti, uno spreco di tempo prezioso, non sempre disponibile. L'applicazione del tourniquet, da parte di personale addestrato, è una procedura salvavita semplice che nel giro di 20-30 secondi permette di controllare appieno l'emorragia. L'utilizzo di questo presidio, nei conflitti bellici, riscosse un successo tale, da suggerirne una sua implementazione nel contesto civile. In tale ambito, vi è tuttora una resistenza significativa nei confronti di questo strumento, considerato la causa di diverse complicanze, tra cui l'ischemia. Recenti studi hanno tuttavia dimostrato che il suo utilizzo, qualora indicato, sia determinante. Questo elaborato, ha la finalità di promuovere la formazione del personale sanitario, relativa all'utilizzo del tourniquet e sfatare i pregiudizi ad esso legati.

¹WEPPNER J, LANG M, SUNDAY R, DEBIASSE N. *Efficacy of tourniquets exposed to the Afghanistan combat environment stored in individual first aid kits versus on the exterior of plate carriers*. Mil Med 2013;178(3):334–7.

1.1 GOLDEN HOUR

L'emorragia non controllata degli arti è una condizione per la quale il fattore tempo è di vitale importanza. In tutte le emergenze da trauma, la variabile tempo è enfatizzata dal concetto della Golden hour ovvero "*l'ora d'oro*"² (anche se sarebbe più opportuno parlare di minuti d'oro), entro la quale si possono aumentare significativamente le probabilità di sopravvivenza delle vittime, effettuando un trattamento tempestivo e qualitativamente adeguato. Il primo ad introdurre il termine Golden Hour fu Adams Conley, fondatore del Maryland Institute of Emergency Medical Services (MIEMS), uno dei primi centri traumatologici degli Stati Uniti. La tempestività degli interventi è il primo fattore che determina il risultato e deve valutarsi non solo in termini di perdita di vite umane ma anche come durata dell'ospedalizzazione e dei possibili esiti invalidanti. È necessario ovviamente che anche la qualità degli interventi da attuare nel più breve tempo possibile sia elevata, garantendo un ordine di priorità basato sulla loro efficacia (evidence-based).

Il termine "emergenza" viene utilizzato per tutte quelle condizioni patologiche, ad insorgenza improvvisa, che possono mettere in pericolo la vita del paziente nell'arco di pochi minuti in assenza di trattamento adeguato³. I pazienti colpiti da emorragie degli arti, rispecchiano questa condizione, sono dunque definiti critici e necessitano di attenzione costante da parte di personale altamente specializzato. La tempestività di un soccorso qualificato riduce al minimo il cosiddetto "*therapy free interval*" ,ovvero l'intervallo di tempo fra il momento del trauma e l'inizio delle terapie. Questo significa un notevole risparmio di "morti evitabili" e di invalidità permanente in soggetti per lo più in giovane età.

Negli ultimi anni, a seguito di situazioni a rischio di ordine pubblico, o contesti poco permissivi, si è delineata la necessità di una formazione del personale preospedaliero; riguardo le principali tecniche da adottare nella gestione delle emorragie degli arti di origine traumatica.

Il TCCC (Tactical Combat Casualty Care) nacque nel 1996, quando l'U.S. Special Operation commissionò al comitato CoTCCC (Comitato Tactical Combat Casualty Care) di elaborare un insieme di linee guida per il trattamento dei feriti sul campo di battaglia. A seguito, venne creato un corso di addestramento il quale venne poi

²SANTARELLI M. PHTLS "*Prehospital trauma life support*" 2007, Sesta edizione

³CHIARANDA M. "*Urgenze ed Emergenze*", Piccin, 2016, Quarta edizione

distribuito dalla NAEMT⁴. Per contrastare il crescente aumento di scenari di alterazione dell'ordine pubblico, si decise di formulare anche il TECC (Tactical Emergency Casualty Care), il quale adattava, quanto appreso nel contesto militare, circa il trattamento dei feriti nei contesti di guerra, al contesto civile della medicina tattica. Il TECC venne ideato per far fronte ad eventi come sparatorie, attentati o attacchi terroristici in ambito civile, o in un ambiente socialmente pericoloso, formando il personale alla cura di persone affette da trauma violento, dove i sistemi non erano predisposti nel garantire capacità operative adeguate al contesto⁵.

Dati gli ultimi atti di terrorismo che hanno colpito le città europee, è possibile che il personale operante nell'extra-ospedaliero si trovi a gestire numerose vittime in un contesto non sicuro nonostante si trovino in un ambito civile. È necessaria in queste situazioni una formazione trasversale e specifica, che non si limiti ai soccorritori, ma che comprenda anche le forze di polizia ed i vigili del fuoco, determinanti per ripristinare la sicurezza della scena e assicurare i soccorsi. In seguito ad un attacco terroristico l'area viene dichiarata sicura dopo circa due ore, ed è compito di chi sopraggiunge di organizzare i soccorsi ed intrattenere i rapporti con le forze dell'ordine predisposte. La sicurezza della scena, è condizione imprescindibile per la quale i soccorritori possano intervenire, in quanto un principio fondamentale. In ambito militare, questo requisito deve essere rispettato, per non perdere ulteriore potenza di fuoco rispetto al nemico, ed evitare che soccorritori addestrati possano ferirsi diminuendo il personale competente. I terroristi di matrice jihadista, che negli ultimi anni hanno minacciato l'Europa, effettuando attentati o atti di violenza sulla popolazione inerme, agiscono in maniera intenzionale e strategica, formulando dei veri e propri piani di attacco, dove non prendono in considerazione la possibilità di uno scontro diretto, piuttosto il loro intento è quello di seminare paura nella popolazione, tale da condizionare le decisioni dello stato preso di mira. Una strategia comunemente utilizzata dagli attentatori, è quella di eseguire nuovi attacchi contro i soccorritori e negli ospedali limitrofi alla zona colpita: nel gergo militare, questa operazione viene definita un attacco complesso, perciò la sicurezza della zona non può essere garantita nell'immediato. Sarà quindi opportuno

⁴ NAEMT: National Association of Emergency Medical Technicians, fondata nel 1975 ad oggi è la più grande associazione dei professionisti EMS degli Stati Uniti. Fonte NAEMTItalia.it.

⁵THE COMMITTEE ON TRAUMA AND AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS ATLS “*Advanced trauma life support*”2018, Tenth edition

che i PEIMAF ⁶, qualora la natura dell'evento sia terroristico, prevedano la presenza delle forze dell'ordine negli ospedali per controllarne l'afflusso. L'esperienza in combattimento ha permesso di migliorare le dottrine presenti e la gestione della situazione di emergenza sotto attacco nemico; infatti nel caso in cui, il personale sanitario militare sia ancora minacciato, dovrà partecipare per ripristinare il prima possibile la sicurezza. Invece se durante gli scontri vengano coinvolte anche le equipe sanitarie, queste come i comuni cittadini, hanno l'obbligo di mettersi in salvo. In Italia, l'applicazione delle linee guida TECC in un contesto civile non è mai avvenuta. Le cause sono imputabili probabilmente alla mancanza di veri e propri attentati terroristici: come quelli verificatesi in Francia (13 novembre 2015 attentato al Bataclan, inizio di una serie di altri) dove invece sono state redatte delle linee guida per organizzare la rete di interventi: *"Tuerie de masse. Réponse opérationnelle des services d'incendie et de secours"*, emanate dal Ministero dell'Interno francese per stabilire l'attribuzione dei compiti e delle competenze delle figure coinvolte. In Italia, l'obiettivo del corso TECC è quello di uniformare l'approccio al ferito da parte delle varie figure, quali Vigili del fuoco, Forze dell'Ordine e Personale Sanitario in caso di eventi non convenzionali come maxiemergenze o attacchi terroristici. Durante il corso, ogni figura nell'equipe di intervento ha un ruolo ben preciso, che in caso di necessità deve essere interscambiabile con gli altri: perciò tutti i componenti necessitano di un addestramento completo, tale da poter ricoprire anche altri ruoli qualora ci si trovi sotto fuoco diretto.

1.2 "STOP THE BLEED" E ALGORITMO THREATH

Nell'ambito civile, sono state promosse una serie di iniziative, per la salvaguardia delle vittime colpite da emorragie incontrollate, che costituiscono il 90% dei decessi in prossimità del luogo di ferimento.

Una buona parte di questi potrebbe essere evitata grazie all'attuazione di manovre salvavita immediate.

Nel 2018, uno studio eseguito sulla sparatoria alla Sandy Hook Elementary School a Newton USA, ha evidenziato delle lacune nella gestione del sanguinamento grave, principale causa di decesso in quell'evenienza. A seguito di questo evento, è stata varata dal governo Obama la campagna nazionale "Stop the Bleed" (STB), facente parte delle

⁶ PEIMAF: Piano di emergenza interno per massiccio afflusso dei feriti, è un piano attuato in caso di emergenza ospedaliera che consente di gestirla in modo più organizzato possibile. Fonte: Simedet.eu.

policy di sicurezza sociale, con l'obiettivo di migliorare la sopravvivenza delle persone colpite e autorizzare gli astanti addestrati a intraprendere azioni salvavita rapidamente, indipendentemente dalla causa dell'emorragia. La campagna STB basa il suo modello sui principi della TCCC (Tactical Combat Casualty Care). Attualmente il corso in Italia è distribuito dall'organizzazione Bleeding Control, sotto l'egidia dell'American College of Surgeons in conseguenza delle raccomandazioni dell'Hartford Consensus, questo compendio è intitolato "Strategie per migliorare la sopravvivenza in spartorie attive ed eventi di massa intenzionali" che contiene deliberazioni del comitato congiunto per creare una politica nazionale di maggior sicurezza.

Il corso mira, su modello della formazione all'RCP e all'utilizzo del DAE, ad addestrare la popolazione e i cosiddetti "cittadini first responder" alle tecniche per la gestione dell'emorragia massiva in attesa dell'arrivo dei soccorsi qualificati. Infatti, la diffusione dell'utilizzo del DAE ha ottenuto ottimi risultati in termini di salvaguardia delle vite anche da parte di laici.

"Tutti i soccorritori non sanitari e tutti gli astanti, come ad oggi hanno imparato le manovre base per la rianimazione cardiopolmonare, è necessario che apprendano le tecniche per il controllo di un'emorragia massiva agli arti, causata da incidenti di lavoro, sportivi, di caccia, o da atti violenti e premeditati, come azioni terroristiche o condotte da persone instabili e violente"⁷.

Un kit di controllo dell'emorragia semplice ed economico offre vantaggi simili al DAE dal punto di vista della facilità d'uso, inoltre permette di salvare individui giovani e senza patologie accertate, a differenza del tipico paziente cardiopatico, che richiede l'utilizzo del defibrillatore. Il corso ha una durata di due ore e mezza nelle quali il partecipante apprende diversi tipi di tecniche per il controllo dei sanguinamenti: come la pressione diretta, l'uso di agenti emostatici topici e lacci da emorragia (tourniquet), i quali rappresentano il cardine della gestione delle emorragie nel soccorso militare e civile.

L'Hartford Consensus consiglia, in attesa dei soccorsi qualificati, a seguito di un attacco terroristico si debbano intraprendere alcune azioni critiche riassunte nell'acronimo: THREAT.

Threat: identificazione del pericolo

Hemorrhage control: controllo delle emorragie

Rapid Extrication to safety: estrazione rapida in zona di sicurezza dei feriti

⁷<https://www.stopthebleeditaly.org>

Assessment by medical providers: valutazione delle condizioni da parte dei soccorritori sanitari

Transport to definitive care: trasporto verso la sede di trattamento definitivo

Tali azioni sottolineano il paradigma del trauma militare traslato ormai anche nell'ambito civile, secondo il quale il controllo dell'emorragia ha la priorità, in contesti di disordine pubblico, rispetto alla valutazione delle vie aeree e della respirazione.

1.3 TRIAGE

Di fronte ad una maxiemergenza, ovvero un evento dannoso che colpisce le comunità umane sovvertendo il normale ordine delle cose, causando un elevato numero di vittime ed un improvviso, ma temporaneo squilibrio tra le richieste delle popolazioni coinvolte e gli aiuti immediatamente disponibili, si amplifica la necessità di intervenire secondo uno schema condiviso e ben definito. Il triage è lo strumento da prediligere in tali situazioni. Il termine triage deriva dal francese “trier”scegliere, valutare, ed è un processo decisionale dinamico che si rende necessario ogni qualvolta la numerosità dei soggetti da trattare superi la capacità di risposta immediata da parte dell'equipe di soccorso*⁸.

La sua origine è legata al contesto militare dei campi di battaglia dell'età napoleonica dove nel XVIII il chirurgo francese Larry della Guardia Imperiale di Napoleone organizzò i primi soccorsi utilizzando criteri di priorità riguardo le ferite e gli interventi sanitari necessari. Intorno agli anni sessanta del Novecento, in contemporanea alla creazione dei principali corsi sul trauma, nacque il primo sistema di triage ospedaliero, plasmato alle esigenze civili, il quale paragonava il pronto soccorso ad un campo di battaglia e correlava l'urgenza del trattamento alla gravità del paziente. Nel corso degli anni, si assistette ad un'evoluzione e perfezionamento delle tecniche nell'intra e nell'extra-ospedaliero, grazie all'esperienza delle guerre in Vietnam ed in Corea. La facile applicabilità, diffusa conoscenza e sufficiente sensibilità lo rendono lo strumento privilegiato per l'identificazione immediata dello stato di salute del paziente e l'assegnazione di priorità di intervento in contemporanea alla messa in atto di alcune manovre terapeutiche salvavita. La scelta decisionale della tipologia da adottare è legata al contesto nel quale ci si trova ad operare. In ambito extraospedaliero lo scopo è quello

⁸ *CHIARANDA M., *Urgenze ed Emergenze*, Padova, Piccin, 2016, 4 ed.

di razionalizzare le risorse in quanto si è di fronte ad una molteplicità di feriti tutti bisognosi di soccorso. Ogniqualvolta si verifichi un'insufficienza di mezzi e personale rispetto ai soggetti che hanno bisogno di aiuto, per calamità, distratti o Maxiemergenze tipici della medicina delle catastrofi, il triage è funzionale a far sì che tutto l'impianto del soccorso funzioni efficientemente per salvare il maggior numero di persone, dovendo a volte scegliere di dirigere le cure solo verso chi, soccorso prontamente, ha più probabilità di sopravvivere*⁹. Al contrario della normale metodologia impiegata nell'intraospedaliero che segue lo schema ABCDE, in questo caso le priorità si ribaltano e le funzioni vitali vengono rilevate nell'ordine BCD dopo aver selezionato i feriti in grado di camminare. Nel Consensus Conference tenutasi a Bologna nel 2005 sulle linee guida per il soccorso nelle Maxiemergenze, tre sono state le raccomandazioni riguardo l'esecuzione del triage:

- il metodo di triage da utilizzare nell'extraospedaliero è lo START
- il materiale per effettuare il triage deve rispondere a criteri di facile visibilità, resistenza agli eventi atmosferici e deve essere disponibile in quantità adeguate su tutti i mezzi di soccorso.
- Il triage deve essere eseguito su quattro punti della catena dei soccorsi: sul sito dell'evento (e/o area di raccolta), al PMA¹⁰ in entrata, al PMA in uscita e all'ingresso in ospedale.

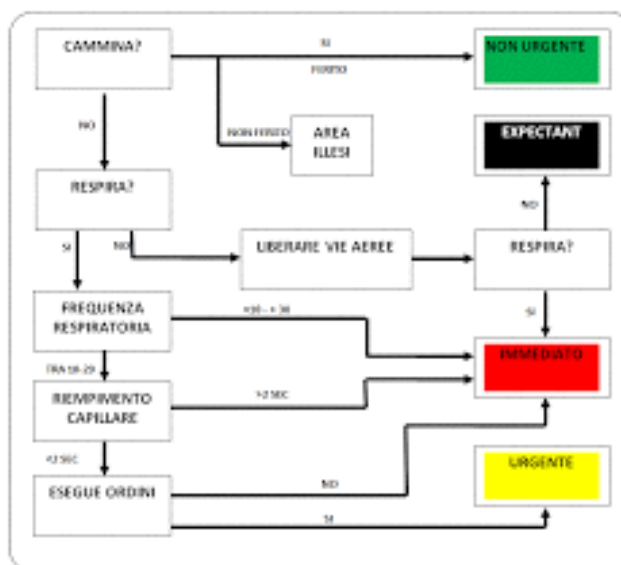
Il protocollo START (Simple Triage and Rapid Treatment) ideato dai Vigili del Fuoco di Newport Beach (U.S.A), in collaborazione con il sistema dei soccorritori sanitari, identifica quattro classi di priorità di trattamento correlate al codice colore assegnato (come nello schema ABCD):

- Codice VERDE, necessità bassa/minima di trattamento.
- Codice GIALLO, necessità intermedia/dilazionabile di trattamento.
- Codice ROSSO, necessità di trattamento immediato (stato di emergenza).

⁹ *CHIARANDA M., "Urgenze ed Emergenze", Padova, Piccin, 2016, 4 ed.

¹⁰ PMA: Posto medico avanzato, è un dispositivo di selezione e trattamento sanitario delle vittime, localizzato ai margini dell'area dell'evento. Fonte: CriPadova.it

- Codice BLU (nero se l'operatore è un medico) decesso o lesioni incompatibili con la sopravvivenza.



(11) Figura 1

Nello schema preposto si effettua un'iniziale selezione dei feriti valutando coloro che sono in grado di camminare a cui viene assegnato il codice verde, quindi si rilevano le funzioni vitali nell'ordine B-C-D per distinguere fra urgenze assolute, relative e decessi. L'operatore dinanzi al ferito deve porsi quattro domande seguendo un algoritmo ben preciso (come riportato nella figura...) Quali:

- 1- La vittima cammina? Se la risposta è sì essa verrà fatta evacuare verso l'area medicalizzata, invece se è negativa si prosegue con la valutazione.
- 2-La vittima respira? Se non respira dopo l'apertura/ distruzione delle vie aeree le viene assegnato un codice blu o nero che la identifica come non salvabile. Se essa respira senza necessità di apertura/distruzione delle vie aeree si calcola la FR la quale se >30 atti/min viene attribuito un codice rosso, se inferiore si continua con la valutazione della circolazione.
- 3-Il polso radiale è presente? Se esso non risulti valutabile per lesioni agli arti o non sia rilevabile, si attribuisce un codice rosso. Se presente si passa alla valutazione della D.

¹¹ Figura 1: protocollo START di triage, da Wikipedia

4-La vittima esegue gli ordini semplici? Questo quesito segue lo score AVPU della valutazione dello stato di coscienza differenziando l'assegnazione del codice colore in base all'indicatore che risulta negativo, se la vittima è "P" o "U" il codice è rosso, invece se è "A" o "V" il codice è giallo.

In presenza di un elevato numero di vittime, nella prima fase di valutazione del paziente, i soccorritori effettuano uno sweeping triage, cioè un overtriage che nella categorizzazione prevede al massimo il codice rosso (il nero rimane di utilizzo esclusivo di medici e infermieri nella fase di dimensionamento), con lo scopo di inviare immediatamente i casi più urgenti verso il PMA, dove si provvede al secondo triage, al trattamento d'urgenza e, successivamente all'evacuazione delle vittime. L'obiettivo dello sweeping triage è evitare le morti da soffocamento o dissanguamento e di individuare le vittime da trasferire prioritariamente al PMA.

2 EMORRAGIA MASSIVA

A seguito di eventi ad alta energia, quindi di origine traumatica, come quelli determinanti una lesione agli arti, una delle cause predominanti dei decessi è l'emorragia incontrollata. Il volume del sangue, la gittata cardiaca e il sanguinamento sono i principali problemi circolatori da considerare, quali risultati di tali eventi. Gli step più cruciali legati alla stabilizzazione e la gestione di tali pazienti sono l'identificazione dello stato, il rapido controllo dell'emorragia e le manovre salvavita iniziali. Lo stato emodinamico del paziente deve essere ristabilito il più precocemente possibile in quanto essenziale per il suo recupero funzionale. Esso viene valutato rapidamente mediante una rilevazione oggettiva dello stato di coscienza, refill capillare e polso periferico¹²:

Stato di coscienza: è dato da una riduzione del volume di sangue circolante, la perfusione cerebrale può risultare severamente compromessa con conseguente alterazione dello stato di coscienza.

Refill Capillare: questo parametro può essere di aiuto per la valutazione di pazienti con ipovolemia causata da lesioni. Se il paziente presenta una pelle rosea a seguito di un trauma raramente esso svilupperà un'ipovolemia. Di solito infatti, esso presenta una faccia pallida ed estremità ipoperfuse.

¹²THE COMMITTEE ON TRAUMA AND AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS ATLS "Advanced trauma life support" 2018, Tenth edition

Polso: Se questo risulta flebile e rapido è un segno tipico di ipovolemia. La palpazione bilaterale consente di valutarne le principali caratteristiche come la qualità, il ritmo e la regolarità, specialmente se uno dei due arti ha subito una lesione. L'assenza di un polso centrale non può essere attribuita a fattori locali ma va associata sempre ad una necessità di RCP immediata.

Dopo aver rilevato questi parametri è essenziale definire la gravità dell'emorragia per stabilire il più precocemente possibile le strategie di intervento. In ambiente operativo come in una maxiemergenza che coinvolga un numero elevato di persone spesso non è possibile rimpiazzare il sangue perduto, perciò è indispensabile arrestare l'emorragia ad ogni costo, posticipando gli interventi di ripristino volemico al contesto intraospedaliero. I feriti in stato di shock prolungato e scompenso emodinamico importante, in caso di sweeping triage¹³, non ricevono alcun tipo di intervento in quanto la loro condizione è troppo alterata da poter impiegare i pochi soccorritori presenti. Nelle situazioni operative, a causa delle difficoltà ambientali e della situazione tattica, non è sempre agevole valutare la gravità di un'emorragia e non è possibile o indicato utilizzare le metodiche e gli strumenti comunemente impiegati in ambito civile (sfigmomanometro).

Gli effetti fisiologici dell'emorragia sono suddivisi in quattro classi¹⁴ (come riportato nella figura 2) in base ai segni clinici rilevati nel paziente, essi permettono di definire la gravità e la conseguente priorità di intervento.

¹³*CHIARANDA M., "Urgenze ed Emergenze", Padova, Piccin, 2016, 4 ed.

¹⁴THE COMMITTEE ON TRAUMA AND AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS ATLS "Advanced trauma life support" 2018, Tenth edition

CLASSI DI SHOCK

CLASSE	I	II	III	IV
perdita di sangue ml	>750	750-1500	1500-2000	>2000
perdita di sangue %	<15	15-30	30-40	>40
PA sistolica	normale	normale	diminuita	molto bassa
PA diastolica	normale	aumentata	diminuita	molto bassa
FC	<100	100-120	120 (polso debole)	>120 polso debole assente
riemp. Capillare	<2	>2 lenta	>2 lenta	>2 non rilevabile
PR	normale	normale	>20 tachipnea	>20 tachipnea
Diuresi (ml/h)	normale	20-80	10-20	0-10
estremità	normale	pallore	pallore	pallore-freddo
colorito	normale	pallore	pallore	grigio
Stato neurologico	normale	ansia	ansia e coscienza alterata	coscienza alterata e coma
		cristalloidi sangue a rivasazione	cristalloidi/colloidi sangue	cristalloidi / colloidi / sangue via operatoria / embolizzazione

(15) **Figura 2**

La possibilità di rilevare parametri come la pressione sanguigna, in contesti poco permissivi è limitata, perciò molto spesso ci si deve attenere a quelli che non richiedano uno strumentario specifico di rilevazione (sfigmomanometro), o ad una valutazione basata sul cosiddetto colpo d'occhio.

Vi sono diversi fattori che possono alterare la risposta emodinamica alla perdita acuta del volume circolante i quali devono essere prontamente riconosciuti nella valutazione iniziale, quali:

- Età del paziente
- Severità della lesione (sede anatomica e tipo)

- Tempo trascorso dal meccanismo di lesione all'inizio dei soccorsi (a volte non stimabile nell'immediato)
- Farmacoterapia abituale del paziente e eventuali malattie croniche (es: coagulopatie)

La valutazione primaria del ferito traumatizzato viene effettuata mediante appositi score con diverse tipologie di indicatori, i quali permettono di valutare rapidamente le condizioni cliniche del paziente per capire se esso rientra nei criteri situazionali che possono determinarlo. Il più utilizzato dai soccorritori preospedalieri è l'ISS (Injury Severity Score), il quale si basa sulla scala AIS (Abbreviated Injury Scale). Per calcolare l'ISS di una persona ferita, il corpo viene diviso in sei regioni (riportate nella figura 3) è necessario prendere il più alto codice AIS in ciascuna delle tre regioni corporee più gravemente ferite, elevare al quadrato ogni codice AIS e sommare i tre numeri elevati al quadrato. ($ISS = A^2 + B^2 + C^2$ dove A, B, C sono i punteggi AIS delle tre regioni corporee più lesionate). I punteggi ISS variano da 1 a 75. Un risultato maggiore di 6 determina un'incapacità di sopravvivere della vittima, indicando la futilità di ulteriori cure.

⁽¹⁶⁾ **Figura 3**

Injury Severity Score (ISS)

Body Region	Score	Abbreviated Injury Scale (AIS)
Head	1	Minor
Face	1	Minor
Neck	2	Moderate
Thorax	3	Serious
Abdomen	3	Serious
Spine	4	Severe
Upper Extremity	5	Critical
Lower Extremity	5	Critical
External and other	6	Unsurvivable

All injuries are assigned from an internationally recognized dictionary that describes over 2000 injuries. Multiple injuries are scored by adding together the squares of the three highest AIS scores. The ISS can range from 1 to 75. Scores of 7 and 15 are unattainable because these figures cannot be obtained from summing squares. The maximum score is 75. By convention, a patient with an AIS of 6 in one body region is given an ISS of 75.

¹⁶ Figura 3: Injury Severity Score, fonte Wikipedia

Non sempre il paziente traumatizzato si adatta ad una precisa classificazione fisiologica dello shock, ma riconoscere la specifica classe non è fondamentale. Infatti, appena si evidenziano o sono sospetti, i primi segni e sintomi di perdita di sangue, si deve immediatamente avviare il controllo dell'emorragia. Identificare se la fonte di sanguinamento sia esterna o interna. I soccorritori devono dapprima esaminare le fonti esterne di emorragia e controllarle nel modo più diretto possibile. Se non vi sono segni di emorragia esterna, si deve pertanto sospettare un'emorragia interna e accelerare i tempi previsti per il trasporto verso un trauma center. I traumi che maggiormente provocano un'emorragia massiva interessano tre distretti: l'addome, il bacino e gli arti. All'interno dell'elaborato andremo ad approfondire la gestione di un'emorragia massiva degli arti.

2.1 CINEMATICA E CARATTERISTICHE DELLE LESIONI DEGLI ARTI

Dopo aver descritto generalmente le vari classi di emorragia e come identificare un ferito in tale condizione, sono state approfondite la cinematica e le caratteristiche delle lesioni agli arti.

La cinematica delle lesioni è un elemento fondamentale per il trattamento del paziente che permette di capire la gravità di questo e le possibili conseguenze cliniche. In prima istanza infatti, i pazienti potrebbero risultare apparentemente indenni, grazie a l'elasticità del corpo umano e la capacità di adattamento, successivamente si potrebbero manifestare segni di scompenso, talvolta anche importanti, legati ad un errore di valutazione primaria¹⁷. Le emorragie agli arti sono di tipo traumatico, ovvero sono caratterizzate da un rilascio eccessivo di energia, tale da superare le capacità di riserva del soggetto, generando un meccanismo di lesione. In un evento traumatico, la comprensione del meccanismo della lesione, deve portare alla formulazione di un indice di sospetto (previsione della natura delle lesioni e della loro possibile gravità), legato principalmente alla cinematica dell'evento, che permette di trattare tempestivamente le lesioni, prima ancora che si sviluppino segni e sintomi. Un trauma a livello degli arti può interessare più distretti in associazione: il rivestimento cutaneo, le strutture vascolo-nervose, la muscolatura (contusioni, ferite, rotture), le articolazioni (distorsioni e

¹⁷SANTARELLI M. PHTLS "Prehospital trauma life support", 2007, Sesta edizione

lussazioni) ed infine le ossa(amputazioni e fratture). A seguito di questo, può insorgere una discontinuità del segmento scheletrico, causata da un superamento della resistenza del tessuto osseo che causa la cosiddetta frattura post-traumatica. Le lesioni agli arti per i quali è necessario l'utilizzo del tourniquet sono arteriose, esterne e di solito di natura intenzionale. Le emorragie arteriose si contraddistinguono per un sanguinamento rapido, profuso e pulsante, nelle quali il sangue ricco di ossigeno fuoriesce a getti o spruzzi in sincronia con il battito cardiaco, l'elevata pressione di questo determina la difficoltà nell'arrestare l'emorragia. I traumi penetranti sono causati principalmente da armi da fuoco, le quali creano danni alle singole cellule dei tessuti come conseguenza dell'esplosione della pallottola. Quindi, tanto maggiore sarà la capacità energetica dell'arma, tanto maggiore sarà il danno causato da questa, in associazione ad un difficile raggiungimento dell'emostasi, a causa di cinque fattori: forma complessa dovuta alla lacerazione/perforazione, fondo della ferita irregolare, numerosi punti di sanguinamento arteriosi e venosi, difficile localizzazione dell'esatto punto della ferita con il relativo raggiungimento da parte degli agenti emostatici.

Le complicanze associate a traumatismi degli arti possono essere immediate, come l'emorragia arteriosa oppure eventi post traumatici che compaiono a distanza di giorni o settimane, quali l'embolia polmonare e la sindrome compartimentale. Il trattamento tempestivo di tali ferite, grazie all'esperienza delle tecniche saggiate in ambito militare, determina dei risultati nettamente migliori anche qualora ci si trovi in un contesto civile, pertanto molte innovazioni nella gestione clinica delle lesioni appartengono al contesto bellico.

Il sanguinamento da un'estremità costituisce una causa prevenibile di morte, infatti se trattate in modo adeguato e precoce, in circa un quinto dei casi tali lesioni possono essere risolte favorevolmente. Il contesto nel quale si opera genera indubbiamente delle differenze di riscontro clinico, in quello militare sono comuni traumi penetranti ad alta velocità e lesioni da esplosione, con conseguenti ferite estese e estremità maciullate, causate prevalentemente da armi ad alta energia. I soldati richiedono un sistema rapido di controllo dell'emorragia, il tourniquet risponde a tale esigenza, in quanto può essere applicato automaticamente sotto il fuoco nemico. Nella pratica civile invece, vi è la disponibilità di accesso precoce alle cure chirurgiche definitive, inoltre i comuni meccanismi di lesione normalmente non producono emorragie esterne catastrofiche.

Tuttavia, in contesti poco permissivi l'utilizzo del laccio emostatico può rendersi necessario anche nella pratica civile perciò risulta importante favorire una maggiore conoscenza di quest'ultimo a tutto il personale sanitario.

2.2 C- CIRCULATION

Nella fase C dell'algoritmo ABCDE avviene la valutazione della "Circulation" ovvero della circolazione, nella quale, viene effettuata un'indagine primaria sul paziente volta ad individuare le emorragie e prevenirne le possibili complicanze. In specifici contesti come quello bellico o in situazioni di disordine pubblico (es: sparatorie) che determinano delle lesioni degli arti di origine arteriosa la valutazione di possibili emorragie è prioritaria a discapito del consueto ABCDE, in quanto se questa non viene arrestata il prima possibile tutti gli altri interventi risulterebbero vani. Nel caso in cui l'emorragia sia solo venosa il trattamento va postposto rispettando lo schema ABCDE. Se la circolazione è presente si deve intervenire immediatamente per ripristinare l'assetto emodinamico influenzando favorevolmente la prognosi e riducendo il cosiddetto therapy free interval¹⁸. Le azioni da intraprendere sono:

- Trovare l'origine dell'emorragia (se esterna) ed effettuare una palpazione per la ricerca di possibili emorragie interne.
- Valutare l'assetto emodinamico del paziente tramite controllo del polso radiale (immediatamente), refill capillare (se >2 sec.), quando possibile rilevare la pressione arteriosa e predisporre il monitoraggio ECG.
- Allestire un duplice accesso venoso periferico di almeno 14G, qualora non sia possibile reperire un accesso intraosseo.
- Iniziare la terapia infusionale per correggere l'ipovolemia, causa dello squilibrio cardio-circolatorio.

Il trattamento delle lesioni in ambiente operativo, come in quello civile di emergenza, segue un ordine ben preciso.

¹⁸THE COMMITTEE ON TRAUMA AND AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS ATLS "Advanced trauma life support", 2018, Tenth edition

- Protezione dell'operatore, con guanti o altri DPI se necessari per eliminare il rischio biologico
- Ricerca delle ferite, è la fase preliminare del trattamento. A volte la lesione è evidente appena il soccorritore si avvicina al ferito, altre volte è necessario effettuare un'attento esame visivo e la palpazione del corpo per evidenziare lesioni nascoste dai vestiti, soprattutto in condizioni di scarsa luminosità ambientale. Qualora si trovino ferite di interessamento arterioso si tratta immediatamente l'emorragia.
- Esporre la ferita dopo aver localizzato l'area della lesione è necessario per poterne valutare meglio l'estensione, perciò gli indumenti devono essere tagliati. Nel contesto operativo il trattamento della ferita è influenzato dallo scenario tattico. Secondo le linee guida della TCCC il comportamento del soccorritore nel primo trattamento è diverso sulla base di tre possibili scenari: trattamento sotto il fuoco ("Care Under Fire") dove non è possibile avvicinarsi al ferito perciò bisogna invitarlo all'autosoccorso, o soccorso tra pari applicando in caso di emorragia un tourniquet il quale poi verrà rivalutato nella seconda fase di trattamento sul campo ("Tactical Field Care"), nel quale il soccorritore ed il ferito sono in sicurezza, quindi l'intervento avviene ad opera di personale sanitario che valuta accuratamente la ferita ricercando i fori di entrata e uscita, ed infine un terzo scenario, il trattamento durante l'evacuazione ("Combat Casualty Evacuation Care") dove si assistono i pazienti durante il trasporto verso l'ospedale di riferimento. Nel ferito in stato di ipovolemia per causa emorragica è necessario prevenire l'ipotermia (entrambe facente parte della triade della morte), la quale ostacola il processo coagulativo peggiorando il sanguinamento.
- Trattamento della ferita per arrestare la perdita di sangue, dopo aver effettuato una stima della gravità dell'emorragia sovradescritta, nell'emorragia massiva si cercano i fori di entrata e di uscita, generalmente il foro di uscita è più grande. Entrambi poi devono essere bendati.
- Controllare l'arto distalmente la ferita rilevando eventuali alterazioni di circolazione e conduzione nervosa (motilità e sensibilità) distalmente alla ferita. Nel caso in cui queste valutazioni abbiano un riscontro positivo il ferito deve essere evacuato il prima possibile.

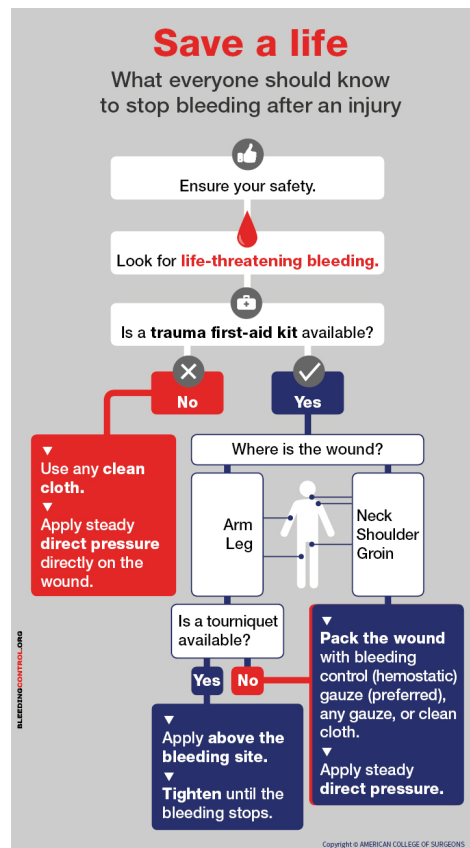
-Al termine del trattamento della ferita emorragica si attuano i provvedimenti dell'acronimo MAPCODE: Monitorare eventuali segni di shock, Antibiotici se necessari, Pain management trattamento del dolore, Contact informare il personale sopraggiunto, Ossigeno da somministrare non appena disponibile, Document riportare tutto nella cartella di accompagnamento, Evacuare.

La sede ed il tipo di ferita, ma anche la sicurezza ambientale, condizionano in modo determinante la scelta della tecnica da impiegare nel caso specifico. Nella maggior parte dei casi l'emostasi completa si ottiene grazie all'impiego combinato di più dispositivi e tecniche allo stesso tempo¹⁹. Secondo le recenti evidenze scientifiche, la maggior parte delle emorragie esterne può essere controllata mediante pressione diretta. Qualora la ferita sia di origine arteriosa bisogna prontamente effettuare una compressione diretta sulla sede del sanguinamento con i polpastrelli o il palmo della mano utilizzando delle garze o telini sterili e sollevando l'arto se possibile in modo da ridurre l'afflusso di sangue nel distretto interessato. Se l'emorragia non si arresta dopo 5-10 minuti, aumentare la compressione con altre garze senza rimuovere le precedenti dal sito per favorire la coagulazione. Nella ferite traumatiche, a causa della presenza di margini frastagliati, è difficile raggiungere l'emostasi con il bendaggio classico detto "Field dressing", in quanto questa tipologia di medicazione si adatta difficilmente per forma, dimensioni e deformabilità alle ferite. La pressione esercitata nella lesione non risulta uniforme, inoltre i vasi sanguinanti presenti nel fondo non vengono tamponati adeguatamente non contribuendo all'arresto dell'emorragia. Se la pressione sul sito risulta inefficace o impraticabile è raccomandato l'utilizzo di bende compressive (bende israeliane) applicate al di sopra del Field dressing, come ulteriore spessore per aumentarne l'azione emostatica, tale dispositivo è costituito da una medicazione sterile, un bendaggio elastico ed un dispositivo in grado di applicare fino a 13 kg di pressione sulla ferita, inoltre la barra di chiusura con la quale si fissa il bendaggio al termine della medicazione può essere utilizzata per esercitare una pressione aggiuntiva. L'efficacia della benda può essere aumentata dalla tecnica del Wound Packing, la quale consiste nel riempire la cavità della ferita con garze sterili o con proprietà emostatiche (es. Quick Combat Gauze). In ambiente militare, l'impiego di presidi emostatici (procoagulanti) all'interno della ferita, può aiutare in maniera significativa nel ridurre il sanguinamento

¹⁹SANTARELLI M. PHTLS "Prehospital trauma life support", 2007, Sesta edizione

specialmente se associati a tourniquet o bendaggi compressivi. Tali presidi possono essere in polvere o in granuli (Celox Hemostat), tamponi o medicazioni impregnate (QuickClot ACS) e garze impregnate (Celox Gauze, QuickClot Combat Gauze). La scelta del presidio si baserà sull'area interessata della lesione, negli arti secondo studi recenti il miglior dispositivo per il trattamento delle emorragie in contesti poco permissivi è il tourniquet, la cui efficacia è stata ampiamente testata in ambito bellico e ha permesso di salvare numerose vite.

(20) Figura 4



3 IL TOURNIQUET

Il termine laccio emostatico deriva dal francese "tourner" che significa "girare". Il tourniquet, o laccio emostatico arterioso, è un dispositivo in grado di creare un'occlusione completa del flusso sanguigno arterioso a valle del punto di applicazione. La cui pressione non va a scaricarsi su un unico punto, come potrebbe fare un laccio quotidianamente utilizzato nel contesto ospedaliero, per facilitare il ritorno venoso, ma si distribuisce su tutta la circonferenza dell'arto su cui viene applicato. Qualora il

²⁰ Figura 4: Flowchart emorragia massiva, da Stop the Bleed Italia

tourniquet blocchi solo il ritorno venoso e non riesca ad arrestare del tutto quello arterioso, esso rischia soltanto di peggiorare un'emorragia piuttosto che arrestarla.

È costituito da una benda di tessuto che viene regolata in base alla circonferenza dell'arto ed una leva la quale viene avvitata, finché non si verifica un arresto del flusso sanguigno arterioso, e conseguentemente serrata all'interno di un gancio.

Il tourniquet è attualmente il dispositivo di prima scelta per arrestare le emorragie catastrofiche alle estremità.

Il primo utilizzo attestato di un laccio emostatico per arrestare un'emorragia risale al 1674 dal medico dell'esercito francese Etienne Morel. Prima di questo, i chirurghi usavano bende strette prossimali alle ferite come aiuto all'amputazione già nel 1517. Esattamente due secoli dopo Morel, questo dispositivo venne introdotto dal famoso ortopedico Joseph Lister, in ambito chirurgico, per poter operare arti con ridotto flusso sanguigno. Inizialmente dunque il suo impiego si limitava ai casi di chirurgia ortopedica elettiva o vascolare, dal 1914-1918 con l'avvento della prima guerra mondiale, studi di medicina militare francesi, sulla patogenesi dello shock traumatico nei feriti²¹, rivelarono che il suo utilizzo tra il tessuto lesionato e la circolazione generale può impedire alle sostanze azotate tossiche prodotte nella ferita di passare nel sangue ed esercitare il loro effetto nocivo sull'organismo. Nel 1916 la validità del suo utilizzo venne condizionata dalla pubblicazione di un articolo sul Royal Army Medical Corp Journal nel quale si evidenziavano le relative complicanze, "siamo inclini a pensare che i lacci emostatici siano un'invenzione del Maligno". Sulla base di questa ed altre pubblicazioni il suo impiego venne demonizzato nella scorsa decade, in quanto associato a serie a eventi quali aumento del rischio di amputazione, necrosi, ischemia e danno da riperfusione tissutale. A seguito di diversi studi scientifici, condotti sia in ambito militare che civile, le evidenze precedentemente dimostrate vennero gradualmente riconsiderate. Queste in realtà erano connesse all'impiego dei lacci emostatici venosi e non dei tourniquet, i quali non determinano effetti avversi se applicati in un tempo inferiore ai 180 minuti.

L'esperienza derivata dallo studio degli episodi bellici dell'ultimo secolo, conferma che circa il 90% delle morti dovute a ferite riportate in combattimento, di cui oltre la metà

²¹ GIULIANO DALL'OLIO, *Medicina militare nella prima guerra mondiale: studi francesi sulla patogenesi dello shock traumatico nei feriti di guerra*, Italian Journal of Laboratory medicine, 2018

per emorragie incontrollate, avviene in prossimità del luogo del ferimento. Una buona parte di queste morti, circa il 30%, potrebbe essere salvata con l'applicazione di procedure salvavita appropriate attuate immediatamente sul luogo del ferimento. L'importanza di predisporre di equipaggiamenti idonei all'interno degli zaini dei soldati e di effettuare interventi immediati, aumenta la sopravvivenza delle vittime che presentano lesioni esterne. In ambito bellico la vera introduzione del tourniquet come dispositivo consolidato nella medicina tattica avviene a partire dalla guerra del Vietnam fino agli ultimi conflitti (Iraq e Afghanistan).

Il tourniquet venne traslato all'ambiente militare come strumento di autosoccorso, in quanto molto semplice da applicare con una sola mano, qualora ci si trovi nella situazione tattica di "care under the fire". Dall'impossibilità di intervenire dei sanitari, finché nello scenario non venga ripristinata la sicurezza, nasce l'esigenza di addestrare i soldati all'autosoccorso o al soccorso fra pari, che in situazioni come l'emorragia degli arti è determinante per la sopravvivenza. A seguito di un'emorragia il tempo di sopravvivenza è stimato di almeno 5 minuti, nell'arco di questi un soldato può applicarsi il tourniquet nel giro di 20-30 secondi o essere soccorso da un suo commilitone. Perciò i militari sono in prima linea nell'introduzione di questo dispositivo nella pratica civile odierna. Infatti, nonostante tutt'oggi la manovra raccomandata per il controllo dell'emorragia sia ancora la pressione manuale diretta sul sito interessato, essa presenta dei limiti. Il soccorritore (laico o sanitario) dovrebbe impegnare le due mani nella ferita, diventando un facile bersaglio dei nemici e essendo impossibilitato a mettersi in salvo, egli inoltre non potrebbe contribuire alla risposta al fuoco ed in caso di perdita di coscienza la pressione esercitata sul sito verrebbe a mancare causandogli una morte da dissanguamento.

Un evento distintivo, nel quale l'utilizzo del tourniquet in ambito civile riscosse successo, fu l'attentato alla maratona di Boston nel 2013, dove due ordigni pieni di esplosivo vennero fatti esplodere nel bel mezzo della manifestazione ferendo almeno 264 persone. Da lì in poi venne riconosciuta l'importanza di questo presidio per il quale occorre un training specifico.

Nell'ottica dei numerosi attentati terroristici e sparatorie verificatesi dal 2015 in poi in Francia (uno tra i più famosi l'attentato al Bataclan il 13 novembre) e in numerosi paesi europei l'esperienza relativa al laccio emostatico arterioso trova applicazione sempre più riconosciuta grazie anche ai notevoli risultati. Ad oggi il suo utilizzo è

raccomandato anche dall'Advanced Trauma Life Support (ATLS), il corso razionale di approccio al trauma. Nonostante l'importanza del suo impiego nei contesti sovradescritti la maggior parte delle conoscenze odierne sul suo impiego proviene attualmente da casi di teatro elettivo per chirurgia ortopedica o vascolare.

Al summit sull'ortopedia del 2019 tenutosi a Las Vegas, che trattava le tecnologie rivoluzionarie, il tourniquet è stato protagonista di un botta e risposta tra due chirurghi ortopedici di fama internazionale :Viktor Krebs, M.D., della Cleveland Clinic, e Amar S. Ranawat, M.D., del Weill Cornell Medical College and Hospital for Special Surgery , i quali partendo da un caso clinico specifico, hanno discusso sull'impiego del tourniquet in un intervento di sostituzione totale del ginocchio, il cui riscontro è stato positivo.

3.1 INDICAZIONI

Il tourniquet è un dispositivo salvavita fondamentale, sia in teatri di guerra, sia in contesti civili. Le caratteristiche essenziali che questo deve avere sono:

- facilità di applicazione, anche su sè stessi, in ogni condizione.
- efficacia nel bloccare il flusso sanguigno arterioso a livello distale della ferita.

Mentre invece le indicazioni cliniche generali al suo utilizzo sono:

- Emorragia dalle estremità (arti superiori e inferiori) refrattarie alla pressione diretta, elevazione, splintaggio e compressione dell'arteria prossimale.
- Emorragia massiccia e pericolosa per la vita, in un contesto in cui il rischio di dissanguamento rapido rende impraticabile l'applicazione di metodi meno aggressivi.

Indicazioni cliniche specifiche:

- Trauma penetrante da armi da fuoco e accoltellamenti. I dati dell'Home Office (Inghilterra e Galles) mostrano un aumento del 16% dei reati legati alle armi da fuoco che hanno provocato lesioni gravi nel 2005/06 rispetto al 2004/05.¹⁵
- Agenti di polizia specializzati in armi da fuoco che lavorano in ambienti tattici che possono beneficiare di un laccio emostatico auto-applicato per la "cura sotto il fuoco" ("Care Under the Fire").
- Incidenti terroristici con lesioni penetranti e / o da esplosione agli arti.
- Incidenti rurali o medicina selvaggia dove ci sono risorse limitate e trasporto ritardato, spesso non convenzionale, all'assistenza definitiva.

-Infortuni sul lavoro. Dalla comunicazione personale ci sono una serie di esempi di utilizzo del laccio emostatico per prevenire l'emorragia degli arti a seguito di intrappolamento o distruzione da parte di macchinari industriali o agricoli.

Le indicazioni per l'uso del laccio emostatico sono rare nell'ambiente pre-ospedaliero civile. Nella maggior parte dei casi, l'emorragia esterna è controllata utilizzando un approccio graduale. Tuttavia, l'applicazione immediata di un laccio emostatico può essere giustificata nei seguenti esempi:

-Emorragia dell'arto con pericolo di vita estrema, o amputazione dell'arto / arto mutilato con più punti di sanguinamento, per consentire la gestione immediata delle vie aeree e problemi respiratori. (Dopo il trattamento di eventuali problemi alle vie aeree o respiratori, la necessità di un laccio emostatico può essere rivalutata nella valutazione circolatoria e può essere convertita in un semplice metodo di controllo dell'emorragia.)

-Emorragia agli arti pericolosa per la vita non controllata con metodi semplici.

-Il punto di emorragia significativa dall'arto, non è accessibile perifericamente a causa dell'intrappolamento (e quindi non è possibile avviare metodi semplici di controllo dell'emorragia come la pressione diretta).

-Incidente grave o più vittime con emorragia agli arti e mancanza di risorse per mantenere metodi semplici di controllo dell'emorragia.

La decisione di utilizzare il tourniquet può essere presa solo da personale sanitario in brevissimo tempo (pochi secondi). Questa si basa principalmente sull'incapacità di controllare il sanguinamento con altri dispositivi. È di fondamentale importanza garantire una adeguata illuminazione che permetta di capirne l'entità. Una volta che la decisione è stata presa, si deve selezionare il punto di applicazione all'incirca di 5 cm al di sopra del margine superiore della ferita, mai in corrispondenza di un'articolazione. Non applicare mai il laccio al di sopra della ferita a meno che per esigenze situazionali (intrappolamento), non si possa fare altrimenti. Nel caso in cui sia stata effettuata una medicazione con Field Dressing il tourniquet va posizionato al di sopra del bordo della benda. Se il trattamento avviene sotto il fuoco, la situazione tattica può non concedere tempo e sicurezza a sufficienza, per poter utilizzare i metodi convenzionali per il controllo del sanguinamento e richiedere l'immediato utilizzo del laccio emostatico arterioso. Una volta che il ferito sarà portato in zona sicura i professionisti sanitari potranno considerare la possibilità di allentarlo (non di rimuoverlo), o cambiare

modalità di controllo dell'emorragia effettuando la cosiddetta "Tourniquet Conversion". Nel caso in cui questi metodi si rivelassero insufficienti, provvedere a stringere di nuovo il dispositivo. La possibilità di allentare il Tourniquet viene considerata nelle seguenti situazioni:

- sanguinamento controllato
- bendaggi e presidi emostatici efficaci a controllare il sanguinamento
- tempi di evacuazione prolungati (>2 ore)
- tentativo di posizionamento di un secondo tourniquet più distalmente

Se la situazione prevede tempi di evacuazione inferiori a due ore, il tourniquet non andrebbe allentato o rimosso. La prerogativa di allentare e rimuovere un tourniquet è del personale sanitario, e non deve avvenire in altre situazioni in quanto la pratica di favorire il reflusso di sangue all'interno dell'arto è ormai obsoleta e conduce soltanto ad un'ulteriore perdita di sangue.

Fino a due ore di impiego è rara la possibilità che sopraggiungano complicanze dovute alla sua applicazione. Allo scadere di queste la probabilità di danni tessutali o ai nervi aumenta al progredire del tempo. L'applicazione continua per più di 2 ore può provocare lesioni nervose permanenti, lesioni muscolari (comprese contratture, rabdomiolisi e sindrome compartimentale), lesioni vascolari e necrosi cutanea. Il danno muscolare è quasi completo entro 6 ore, con probabile amputazione richiesta. Sono stati effettuati numerosi studi per determinare la durata massima dell'uso del laccio emostatico prima delle complicanze. La conclusione generale è che un laccio emostatico può essere lasciato in posizione per 2 ore con un rischio minimo di lesione ischemica permanente. Il danno da riperfusione può verificarsi dopo 60 minuti di flusso locale basso, quando il tourniquet viene rimosso provocando danni alle aree locali indotti dall'infiammazione.

Nei casi in cui un laccio emostatico è stato applicato a un paziente ipoteso prima della rianimazione, l'emorragia può interrompersi. Tuttavia, quando il paziente viene rianimato a una pressione sanguigna sistolica più alta, l'emorragia può ricominciare nonostante l'uso continuato del laccio emostatico. Questo problema può essere evitato aderendo ai principi della rianimazione ipotensiva per emorragie non comprimibili e stringendo il presidio fino a quando non si ottiene nuovamente il controllo.

In ogni caso questo dispositivo va mantenuto per il minor tempo possibile finché il ferito non raggiunga una struttura con potenzialità chirurgica d'urgenza. Se il tourniquet è in sede da più di sei ore non rimuoverlo se non in sala operatoria.

Il tourniquet ideale dovrebbe essere largo 2,5-5 cm, poiché maggiormente tollerato dal paziente e con ridotta possibilità di causare danni.

Dopo aver posizionato il tourniquet, è necessario valutarne l'efficacia reperendo il polso distalmente alla ferita, il quale ovviamente non deve poter essere apprezzato. In caso contrario si procede al suo riposizionamento. Il sangue venoso potrebbe continuare a defluire lentamente senza effetti considerabili. Evacuare il prima possibile il ferito verso la struttura sanitaria più idonea, nel frattempo effettuare la valutazione periodicamente e monitorare il ferito scongiurando un possibile quadro di shock.

Marcare con una pennarello con una lettera T indicante la presenza del dispositivo la fronte del ferito riportando data e ora di applicazione. Questo passaggio è di fondamentale importanza soprattutto in maxiemergenza o in contesti bellici, in quanto consente a tutti i soccorritori di venire a conoscenza dello stato del paziente. Il dispositivo potrebbe essere coperto al momento del trasporto in ospedale perciò è opportuno che esso sia prontamente localizzabile. Inoltre si deve documentare il trattamento sanitario nel cartellino sanitario di sgombero ed attaccarne una copia al ferito.

Il tourniquet è molto doloroso ed il ferito potrebbe anche tentare di rimuoverlo, perciò bisogna disporre di una terapia antidolorifica adeguata, in accordo con il protocollo della Narcotic Administration. Nel caso in cui il ferito necessiti di terapia infusioneale essa deve essere somministrata prima di rimuoverlo, in quanto potrebbe determinare la ricomparsa del polso e un miglioramento dello stato di coscienza.

Nelle fasi successive di soccorso continuare ad esaminare il ferito e l'eventuale comparsa di segni di shock:

- rivalutare il tourniquet considerando efficacia ed effettiva indicazione all'utilizzo
- mantenere il ferito caldo con appositi mezzi di riscaldamento, lasciando scoperto l'arto interessato dal tourniquet, il suo raffreddamento riduce la possibilità di danno neurogeno.
- applicare una stecca per immobilizzare l'arto colpito per ridurre il sanguinamento e prevenire danni da mobilizzazione.
- riesaminare il t. e l'eventuale ripresa del sanguinamento.

In caso di amputazione parziale o completa di un arto, è necessaria l'immediata applicazione del tourniquet. Recuperare la parte anatomica amputata ed evacuarla insieme al ferito, asportandone eventuali detriti e avvolgendola in garze imbevute di

fisiologica, da trasportare in un sacchetto di plastica in un contenitore refrigerato. Se l'amputazione è incompleta steccare l'arto.

Il sanguinamento provocato da un'amputazione interessa molti vasi arteriosi, ed è impossibile da controllare con altri metodi, perciò per evitare perdita di tempo essi non devono neanche essere sperimentati. Nelle amputazioni di un arto il sanguinamento iniziale potrebbe non essere evidente a causa dei meccanismi di difesa dell'organismo attivati in risposta al trauma. In breve tempo potrebbe comparire un rilasciamento progressivo della muscolatura con conseguente emorragia massiva.

3.2 CAT

Esistono vari tipi di Tourniquet tattici, il CoTCCC nelle sue linee guida ne raccomanda soltanto due tipologie: il Combat Application Tourniquet (CAT) e il SOF Tactical Tourniquet.

Il CAT è quello più utilizzato in ambito militare e civile. Ottimo anche come strumento di primo soccorso o di autosoccorso, può essere applicato nel giro di 20-30 secondi dal soldato stesso o da un suo commilitone. È presente nella dotazione in ogni zaino militare, in quanto laccio emostatico arterioso ufficiale dell'esercito degli Stati Uniti dal 2005 e della maggior parte delle forze armate di tutto il mondo. Si è dimostrato efficace al 100% nell'arresto del flusso sanguigno negli arti superiori e inferiori dall'Istituto di ricerca chirurgica dell'esercito americano.

È stato testato insieme ad altri otto lacci emostatici nel 2004 presso l'US Army Institute of Surgical Research di San Antonio, in Texas risultando il migliore. Successivamente venne inviato ai soldati delle truppe schierate come dotazione per l'arresto delle emorragie. Nel supplemento di febbraio 2008 di The Journal of Trauma viene denominato il migliore laccio emostatico preospedaliero.

Il CAT utilizza un sistema di verricello durevole con una fascia interna a movimento libero brevettata, che fornisce una vera pressione circonferenziale all'estremità. Una volta serrato adeguatamente, il sanguinamento cesserà e il verricello sarà bloccato in posizione. Viene quindi applicata una cinghia di ritenzione del verricello a strappo, che serve per mantenere la pressione durante l'evacuazione del ferito. L'esclusivo doppio sistema di fissaggio del CAT evita l'uso di viti e fermagli che possono diventare difficili da azionare sotto stress di sopravvivenza o dove le capacità motorie sono compromesse. Se la lesione è localizzata al di sotto di un ginocchio o di un gomito il CAT viene

posizionato 5 cm distalmente, ma esso può non risultare efficace per arrestare l'emorragia, in quanto queste sedi sono costituite da due ossa: la gamba (tibia e perone) l'avambraccio (il radio e l'ulna). La presenza di due ossa, aumenta la possibilità che le arterie collassino completamente sotto la pressione del CAT, perciò può essere necessario posizionare un secondo tourniquet 5cm al di sopra dell'articolazione, senza rimuovere il primo.

(22) Figura 5



1 Apply tourniquet proximal to the bleeding site. Route the band around the limb and pass the tip through the inside slit of the buckle. Pull the band tight.



2 Pass the tip through the outside slit of the buckle. The friction buckle will lock the band in place.



3 Pull the band very tight and securely fasten the band back on itself.



4 Twist the rod until bright red bleeding has stopped and the distal pulse is eliminated.



5 Place the rod inside the clip, locking it in place. Check for bleeding and distal pulse. If bleeding is not controlled, consider additional tightening or applying a second tourniquet proximal side by side to the first and reassess.



6 Secure the rod inside the clip with the strap. Prepare the patient for transport and reassess. Record the time of application.

3.3 SOFT-T

Il SOFT Tactical Tourniquet è stato ideato per trattare situazioni inconvenienti con l'uso del CAT, non utilizza il velcro per la chiusura e la bacchetta è in metallo e non in plastica. È stato introdotto e sperimentato dalla U.S. Army Institute of Research e si è dimostrato efficace. La sua tenuta è nettamente maggiore rispetto al CAT, che ha riportato segni di cedimento in climi particolarmente caldi oppure in ambienti con presenza di fango, polvere, sabbia e sangue.

(²³) **Figura 6**



In condizioni di emergenza, qualora il tourniquet non sia disponibile, è possibile crearne uno di fortuna, utilizzando materiale robusto come un triangolo, una stoffa ripiegata o il manicotto dello sfigmomanometro. È essenziale che esso sia confezionato in tempi brevissimi e presenti le stesse caratteristiche di quelli in commercio. Se si dispone del manicotto dello sfigmomanometro questo deve essere avvolto attorno all'arto nel punto prescelto, successivamente si applica un cerotto alle sue estremità per aumentare la tenuta del velcro, quindi viene gonfiato fino a quando è impossibile percepire il polso distale (in genere >200mmHg). Nel caso in cui non si abbia uno sfigmomanometro si possono utilizzare stoffa, fazzoletti ma anche una cinta le cinghie degli zaini o degli spallacci. Non impiegare mai lacci delle calzature, poiché quando vengono stretti possono danneggiare gravemente la cute o i tessuti circostanti. Piegare la stoffa per formare una benda, tagliare un pezzo di stoffa quadrato nella sua diagonale ottenendo due bendaggi triangolari, con ciascuno dei quali può essere confezionata una benda per il tourniquet.

²³ Figura 6: SOFT-T, da Google immagini

OBIETTIVI

L'obiettivo di questo elaborato è analizzare l'efficacia dell'utilizzo del tourniquet nella gestione dell'emorragia degli arti in due contesti apparentemente diversi tra di loro: il militare ed il civile. Sulla base dell'esperienza militare, dalla guerra del Vietnam, fino agli ultimi conflitti (Iraq e Afghanistan), venne implementato l'utilizzo immediato ed aggressivo del tourniquet per il controllo dell'emorragie degli arti; il quale con il tempo, si è rivelato un dispositivo salvavita rivoluzionario grazie alla possibilità di utilizzo anche come strumento di autosoccorso. Attualmente in questo ambito, l'impiego del tourniquet è considerato l'ultima risorsa da attuare quando le altre tecniche di emostasi risultano essere inefficaci, in quanto legato spesso al pregiudizio di complicanza ischemica dell'arto. Attraverso un'attenta analisi delle evidenze scientifiche disponibili, si delineano eventuali discrepanze nell'utilizzo del tourniquet, determinate dal contesto e relativi benefici o complicanze rilevati negli studi presi come riferimento. Confutando inoltre le tesi secondo le quali un suo impiego in ambito civile, potrebbe risultare pericoloso ed adeguatamente sostituibile da garze sterili applicate mediante medicazioni compressive, tale studio ha la finalità di promuovere la conoscenza e la formazione all'utilizzo del tourniquet nel personale sanitario, quale mezzo efficace e spesso sottovalutato per la gestione dell'emorragia degli arti.

MATERIALI E METODI

Sono state consultate diverse banche dati di carattere scientifico, nei mesi di settembre e ottobre 2020, contenenti studi sull'utilizzo del tourniquet. Tra queste, ne sono state selezionate due: Pubmed e Google Scholar. È stata effettuata una revisione della letteratura degli studi disponibili, circa l'impiego del tourniquet in ambito civile e militare. Dapprima sono state inserite diverse keywords quali: tourniquet, military, civilians, prehospital e vascular injuries. Attraverso i risultati ottenuti è stata formulata una stringa di ricerca associando i termini tourniquet military e civilians mediante l'operatore booleano AND. Gli articoli trovati sono stati ulteriormente selezionati, attraverso dei criteri di inclusione, quali età di campionamento della popolazione, che comprende studi relativi ad una popolazione adulta (ad eccezione dello studio n15 che analizza la popolazione pediatrica), e la loro pubblicazione in lingua inglese.

RISULTATI

L'emorragia catastrofica delle lesioni alle estremità è stata per molto tempo la causa più comune di morte prevenibile in ambito militare. L'uso efficace di innovativi lacci emostatici arteriosi, i tourniquet, ha permesso di far fronte al meglio a questa problematica.

In questo elaborato andremo a rispondere, attraverso una selezione di studi, a 3 principali quesiti:

- 1) Quanto la formazione degli operatori sanitari risulti determinante per l'efficacia del tourniquet.
- 2) Principali complicazioni che sorgono a seguito dell'applicazione del presidio.
- 3) Utilizzo del tourniquet in ambito civile e relativi benefici

	Formazione degli operatori sanitari	Principali complicanze	Uso del tourniquet in ambito civile
Art1 Prospective evaluation of the Stop the Bleed program in Japanese participants	Presente Formazione di 157 partecipanti (sanitari e laici) con il corso Stop The Bleed	Non citate	Viene presa in considerazione una valutazione prospettica sul programma Stop The Bleed nei partecipanti giapponesi in vista dei giochi olimpici di Tokyo 2021
Art 2 Tourniquet use at the Boston Marathon bombing	Non citata Applicazione di lacci emostatici improvvisati	Non citate Mortalità dello 0%	Revisione della letteratura che evidenzia lacune nella gestione delle emorragie degli arti nel contesto civile

<p>Art 3</p> <p><i>Should civilian pre-hospital emergency care provision included tourniquets for the management of uncontrolled traumatic haemorrhage</i></p>	<p>Incentivata</p>	<p>Presenti</p> <p>Amputazione traumatica degli arti ed emorragie</p>	<p>Review contenente 15 articoli, di cui 3 case reports e 12 analisi di studi. Si ribadisce l'importanza della tempestività nell'applicazione del tourniquet, incentivandone l'utilizzo nonostante la resistenza in ambito civile</p>
<p>Art 4</p> <p><i>Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting</i></p>	<p>Non citata</p> <p>Applicazione di lacci emostatici improvvisati</p>	<p>Presenti</p> <p>Nessuna complicanza riportata, né decessi.</p> <p>Sei persone a cui non è stato applicato il laccio sono decedute.</p>	<p>Studio coorte su 190 pazienti giunti in ospedale in condizioni adatte per l'utilizzo del laccio emostatico. Resistenza all'applicazione del laccio, il quale è stato impiegato solo per 4 feriti.</p>
<p>Art 5</p> <p><i>Tourniquet application in a rural Queensland HEMS environment.</i></p>	<p>Si segnalano discrepanze relative alla formazione del personale sanitario nel servizio di emergenza, soprattutto nei territori rurali.</p>	<p>Non citate</p>	<p>Case report di un paziente con amputazione parziale del ginocchio. Viene denunciata la riluttanza nell'impiego del tourniquet</p>
<p>Art 6</p> <p>Tourniquet use for civilian extremity trauma”</p>	<p>Non citata</p>	<p>Complicanze non attribuibili direttamente all'utilizzo del laccio emostatico</p>	<p>Studio prognostico che analizza un campione di pazienti di età media di 35,3 anni in un periodo di sette anni. Lo studio denota l'importanza del tourniquet come presidio salvavita.</p>

Art 7 <i>Prehospital use of hemostatic bandages and tourniquets: translation from military experience to implementation in civilian trauma care</i>	Contribuisce sostanzialmente al risultato finale	Non citate I lacci improvvisati si sono rivelati inefficaci	Studio retrospettivo che analizza l'impiego del CAT nel servizio medico rurale in 125 pazienti. L'efficacia del laccio arterioso è stata del 98,7%. Tale risultato consta a sua efficacia.
Art 8 <i>Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians</i>	Non citate	Non attribuibile direttamente al laccio emostatico	Studio riguardante 105 pazienti giunti in un centro traumatologico di I livello a cui è stato applicato un laccio emostatico. Viene incentivato un uso sicuro di tali presidi.
Art 9 <i>A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use</i>	Non citate	Molto basse	Analisi multistituzionale condotta in 9 centri traumatologici di I livello dal 2010 al 2013. L'efficacia del tourniquet riscontrata è del 88,8%.
Art 10 <i>Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017</i>	Non citata	Non citate	Analisi retrospettiva dei dati del dipartimento della difesa delle vittime militari dal 2001 al 2017. I lacci emostatici hanno portato ad una riduzione della mortalità del 44,2%.
Art 11 <i>Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major Limb Trauma</i>	Si incentiva l'addestramento all'utilizzo del laccio emostatico	Non vi è associazione tra tempo del laccio e morbilità. Non vi sono state amputazioni degli arti, derivanti dal tourniquet. Rapporto rischio-beneficio positivo.	Indagine prospettica effettuata in un ospedale di Baghdad per sette mesi nel 2006.

<p>Art 12</p> <p><i>Prehospital Tourniquet Use in Operation Iraqi Freedom: Effect on Hemorrhage Control and Outcomes</i></p>	<p>Non citata</p>	<p>I lacci emostatici quando applicati per un tempo inferiore alle sei ore hanno ottenuto buoni esiti. Quattro decessi su sette era prevedibile mediante utilizzo del laccio.</p>	<p>Revisione retrospettiva dell'uso del laccio emostatico nella seconda guerra mondiale, da parte della difesa israeliana.</p>
<p>Art 13</p> <p><i>Can they stop the bleed? Evaluation of tourniquet application by individuals with varying levels of prior self-reported training</i></p>	<p>Formazione del personale laico all'utilizzo del laccio emostatico.</p>	<p>Non citate</p>	<p>Studio effettuato sui laici precedentemente formati o non. Si evince che soltanto 1/3 di coloro che avevano partecipato ai corsi di formazione riescono ad applicare correttamente il laccio.</p>
<p>Art 14</p> <p><i>Missing expectations: Windlass tourniquet use without formal training yields poor results</i></p>	<p>Viene valutata la capacità dei laici di applicare 3 tipologie di lacci disponibili il commercio con simulatore. L'indice di fallimento risulta alto, a causa di dispositivi poco intuitivi.</p>	<p>Non citate</p>	<p>Si ribadisce l'importanza dell'utilizzo del laccio emostatico in ambito civile.</p>
<p>Art 15</p> <p><i>Effectiveness of the combat application tourniquet for arterial occlusion in young children</i></p>	<p>Si ribadisce l'importanza dei corsi di formazione promossi dalla campagna Stop the Bleed.</p>	<p>Non riscontrate</p>	<p>Viene analizzato un campione di bambini da 1-8 anni durante un intervento di chirurgia ortopedica elettiva. Dimostrando l'efficacia del CAT nei bambini in età scolare.</p>

I risultati ottenuti attraverso la revisione della letteratura, sono riportati nelle tabelle precedenti, le quali valutano la presenza di tre principali indicatori all'interno degli studi analizzati: formazione degli operatori sanitari, principali complicanze segnalate, relative all'impiego del tourniquet, e utilizzo del laccio emostatico in ambito civile.

Per quanto riguarda il primo indicatore, si evince che l'addestramento del personale sanitario e laico, quando citato è sempre promosso, mediante i corsi Stop the Bleed. Nell'art. 5 vengono segnalate discrepanze nella formazione del personale di emergenza, a discapito principalmente dei territori rurali. Nell'art. 14 invece, si segnala un indice di fallimento elevato, da parte del personale laico, conseguente all'impiego dei lacci emostatici, senza precedente formazione. Tale studio denuncia la scarsa intuitività di questo strumento, il quale necessita di uno specifico addestramento.

Il secondo indicatore, relativo alle complicanze, dimostra che quando riportate non hanno costituito dei rischi per il paziente, e la maggior parte di queste, non risulta direttamente attribuibile all'impiego del laccio emostatico. L'art. 12 definisce come periodo ottimale, un tempo di applicazione inferiore alle sei ore, per ridurre le complicanze al minimo. Nell'art. 3 invece, ne vengono elencate alcune, senza però i relativi casi presi in esame o una definizione specifica delle caratteristiche della loro insorgenza, risultando un vano tentativo di contrastare la loro efficacia.

Infine, per quanto riguarda l'utilizzo del tourniquet in ambito civile, in tutti gli studi viene incentivato il suo impiego, nonostante la riluttanza del personale preospedaliero operante nei servizi di emergenza. Vengono evidenziate delle lacune connesse alla gestione dell'emorragia degli arti in ambito civile, nel quale spesso, per carenza di dotazione, sono creati dei lacci emostatici di urgenza, di efficacia nettamente inferiore rispetto a quelli presenti in commercio. Negli articoli citati, gli indici di efficacia di tale presidio sono altissimi, permettendo di attribuirgli l'appellativo di strumento salvavita.

Per concludere, tutti gli indicatori analizzati negli studi hanno ottenuto dei risultati univoci, quindi possiamo confermare che con questo elaborato abbiamo perseguito gli obiettivi prefissati.

DISCUSSIONE

In questo paragrafo andremo ad analizzare approfonditamente gli studi riportati nella tabella dei risultati, descrivendone il processo clinico utilizzato e relativi esiti.

Il primo studio, intitolato "*Prospective evaluation of the Stop the Bleed program in Japanese participants*"²⁴ pubblicato su Pubmed nell'agosto 2020, effettua una valutazione prospettica sul programma Stop The Bleed nei partecipanti giapponesi in vista dei giochi olimpici di Tokyo 2021. In relazione ad eventi di massa, suscettibili a possibili attentati, gli organizzatori dei giochi hanno tenuto corsi di base per il controllo delle emorragie, da aprile a luglio 2019, per formare del personale dedicato. Lo studio ha coinvolto 157 partecipanti (sanitari e laici), i quali sono stati sottoposti ad un test pre e post formazione comprendente cinque quesiti. La domanda che ha ottenuto la maggior percentuale delle risposte corrette, riguarda proprio l'applicazione di un laccio emostatico, la quale ha raggiunto il 33% nel pre test ed il 91% nel post test. Tale risultato a conferma che un'adeguata formazione degli operatori nell'impiego del tourniquet, per la sua facilità di utilizzo, determina nell'immediato ottimi esiti.

L'articolo "*Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in Translation*"²⁵ è una revisione che analizza il trattamento delle lesioni degli arti in ambito preospedaliero, all'indomani dell'attentato alla maratona di Boston del 2013, il quale fu caratterizzato da un elevato numero di feriti con lesioni multiple alle estremità. Lo studio era incentrato su 243 pazienti feriti, a 27 di questi era stato posizionato un laccio emostatico improvvisato, nonostante un punteggio di 3 nella scala AIS (1-4) delle lesioni agli arti. La mortalità riscontrata in seguito all'evento fu dello 0%. All'alba di questo, la gestione del dissanguamento delle lesioni agli arti mostrava numerose lacune in ambito civile, rispetto a quello militare, dove questo presidio era in dotazione alle truppe Americane già da anni. L'assenza di tourniquet brevettati in quella situazione, denota una mancata traslazione della pratica militare, ormai consolidata, ad un contesto civile mutato e sempre più pericoloso.

²⁴ ITO K. Prospective evaluation of the Stop the Bleed program in Japanese participants, Trauma Surge Acute Care Open,2020

²⁵ DR KING ET AL. *Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in Translation*,Journal of Trauma,2015

Nell'articolo "*Should civilian pre-hospital emergency care provision included tourniquets for the management of uncontrolled traumatic haemorrhage*" pubblicato nell'*Australasian Journal of Paramedicine* del 2015 viene effettuata una review, tramite il database di MEDLINE da giugno 2014, contenente 15 articoli, di cui 3 case reports e 12 analisi di studi. In questa si analizza l'impiego attuale del tourniquet in ambito militare e civile, le complicanze derivanti dal suo utilizzo e le controversie associate alla sua efficacia. Negli studi riguardanti l'ambito militare, si sottolinea l'importanza dell'impiego del tourniquet in campo di battaglia, dove si riscontrano spesso traumi penetranti e lesioni da esplosione, che provocano emorragie agli arti e amputazione traumatica di essi. In questi contesti, l'applicazione di tale presidio richiede tempestività, aumentando così il potenziale di sopravvivenza. Nel Regno Unito, la crescente consapevolezza dell'importanza del controllo dell'emorragia, ha modificato il tradizionale schema di gestione del trauma, ribadendo la priorità del suo controllo (il quale avviene nella C). L'applicazione prioritaria del tourniquet, senza effettuare un'attenta valutazione del ferito, è da considerarsi possibile solo durante il conflitto a fuoco, in quanto in tale contesto, è lo strumento più veloce per salvaguardare la vittima. Negli altri casi, rimane comunque subordinata alla pressione diretta sul sito o ad altri tipi di medicazione. Nel contesto civile, vi è una significativa resistenza alla sua introduzione, associata alla credenza di complicanze ed un utilizzo come ultima risorsa.

Uno studio coorte sull'utilizzo del tourniquet nelle emorragie arteriose degli arti²⁶, condotto su 190 pazienti, giunti in ospedale nella medesima condizione, riporta che soltanto a quattro di loro è stato applicato un laccio improvvisato nel preospedaliero. Di questi nessuno ha riportato complicanze né ha perso la vita. Oltretutto, sei persone a cui non è stato applicato sono decedute per l'incapacità di arginare l'emorragia. Un altro caso descritto nella review²⁷, sottolinea la riluttanza all'utilizzo del tourniquet tra il personale del servizio di emergenza in Australia. Il paziente in questione, fu estratto da

²⁶PASSOS E, DINGLEY B, SMITH A, et al. *Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting*. *Injury* 2014;45(3):573–7.

²⁷FLUDGER S, BELL A. *Case study: Tourniquet application in a rural Queensland HEMS environment*. *Air Med J* 2009;28:291–3.

una macchina agricola con una parziale amputazione a livello del ginocchio e trasportato per 25km verso il trauma center più vicino, prima di ricevere un tourniquet improvvisato, una volta giunto in ospedale, dopo circa tre ore, ne ebbe uno definitivo. L'inadeguata formazione del personale constatata in quest'evenienza ricorre frequentemente nel contesto preospedaliero in quanto il personale sanitario non partecipa a corsi di formazione del programma Stop the Bleed.

In questo elaborato viene denunciata la carenza di programmi condivisi, la quale determina delle discrepanze nel servizio di emergenza nazionale, per quanto riguarda soprattutto i territori rurali. Alcuni di essi infatti, non dispongono della giusta dotazione, tale da assicurare il trasporto in sicurezza delle vittime, fino al trauma center più vicino. L'assenza di presidi, associata alla inadeguata consapevolezza delle loro potenzialità, potrebbe generare delle complicanze dovute ad un ritardo nel soccorso, a discapito dei feriti. La credenza che l'unico intervento possibile sia effettuabile unicamente nel trauma center, denota un'inefficienza del sistema di emergenza. Il quale in contesti rurali, distanti da ospedali con potenzialità chirurgica specialistica, devono incentivare l'utilizzo di presidi salvavita, soprattutto nelle emorragie degli arti, che possono provocare un dissanguamento rapido, nel giro di 5-10 minuti. Nella review, sono inclusi diversi articoli riguardanti le complicanze associate all'utilizzo del tourniquet, le quali devono essere riconosciute e valutate dal personale sanitario operante.

L'articolo, tra queste, evidenzia la possibilità di ischemia tissutale. L'arresto del circolo influisce sia sull'ossigenazione che sull'apporto nutrienti alle cellule, oltre ad impedire l'eliminazione dei prodotti di scarto. I cambiamenti metabolici, derivanti da questo processo, possono provocare la distruzione permanente dei tessuti. Townsend²⁸ ha identificato l'ipossiemia, l'iperkaliemia e l'acidosi come conseguenze metaboliche dell'ischemia dopo il rilascio del laccio. Altri cambiamenti fisiologici associati all'uso del laccio emostatico vanno dalla paralisi dei nervi, alla rabdiomiolisi, alla sindrome compartimentale e all'insufficienza renale. Le prove enunciate nel "Complications associated with prolonged Tourniquet application on the battlefield"²⁹, suggeriscono

²⁸ TOWNSEND H, GOODMAN S ET AL. *Tourniquet release: systemic and metabolic effects* Acta Anaesthesiol Scand 1996

²⁹ DAYAN L, ZINMANN C. ET AL *Complications associated with prolonged tourniquet application the battlefield* Mil Med 2008

anche, un'associazione tra l'uso del laccio emostatico e l'aumento della coagulazione vascolare. Quando il salvataggio dell'arto fallisce, o le lesioni sono incompatibili per tale finalità, l'amputazione diventa spesso l'unica opzione plausibile.

In uno studio di Kragh pubblicato nel 2008 ed intitolato “*Practical use of emergency Tourniquets to stop bleeding in major limb trauma*”³⁰ egli dimostra che quando utilizzato per un periodo inferiore alle due ore, non si riscontrano complicanze. Con l'avanzare del tempo invece, i cambiamenti metabolici sono associati a maggior rischio di amputazione e fasciotomia.

Haljamae ed Enger³¹ hanno scoperto che inducendo ipotermia esterna all'arto, era possibile un uso più sicuro del laccio emostatico quando lasciato in sede per lungo tempo, con minori danni irreversibili.

Tale teoria è confermata da un case report, il quale descrive un paziente a cui è stato applicato per un tempo prolungato (maggiore di sedici ore), un tourniquet, ad una temperatura inferiore ai quindici gradi Celsius, durante un conflitto militare in Afghanistan³².

La review nel “Limb complicazioni following prehospital tourniquet use” afferma che ci sono una serie di fattori che possono influire, in maniera non determinata, sull'outcome del paziente, quali: età, danni alle strutture scheletriche e tempo associato alla comparsa di ischemia e danno tissutale. Il peso di questi non è ancora determinato, negli articoli antecedenti alla pubblicazione della review.

Questa denuncia i limiti dei suoi studi, dichiarando che la maggior parte degli articoli selezionati sono relativi al contesto militare. Inoltre, la disparità tra l'uso civile e militare, limita i confronti di efficacia. Le conclusioni suggeriscono un attento

³⁰KRAGH JF, WALTERS TJ, BAER DG, ET AL. *Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma*. *ibid.* 2008;64(2):38–49.

³¹HALJAMAE H, ENGER E. *Human skeletal muscle energy metabolism during and after complete tourniquet ischemia*. *Ann Surg* 1975;182(1):9–14.

³²KRAGH JF, LITRELL ML, JONES JA, et al. *Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding*. *J Emerg Med* 2011;41(6):590–7.

monitoraggio del tourniquet, quando applicato per specifiche condizioni, nel contesto preospedaliero civile, per minimizzare eventuali complicanze. Attualmente tale strumento, non è riconosciuto come appropriato, nella comune pratica emergenziale preospedaliera, nonostante esso sia fondamentale nel controllo delle emorragie degli arti quando il trasporto verso il trauma center è prolungato.

In uno studio prognostico intitolato *“Tourniquet use for civilian extremity trauma”*³³, vengono esaminati i risultati associati all’uso dei lacci emostatici nei traumi degli arti nel contesto civile, a differenza di quello militare, dove il suo impiego viene definito consolidato. Il campione preso in esame, include pazienti adulti con età maggiore o uguale ai 18 anni, ricoverati nel medesimo istituto da gennaio 2007 a giugno 2014 che richiedevano l’applicazione del laccio emostatico. L’età media dei pazienti era di 35,3 anni, di questi il 66,7% aveva delle lesioni penetranti con ISS di 6. I lacci emostatici collocati in ambiente preospedaliero, erano del 50,6%, nel pronto soccorso nel 39,1% e in sala operatoria nel 10,3% dei pazienti. Quello più comunemente utilizzato era stato il laccio per applicazioni da combattimento del tipo verricello (67,8%), seguito da un sistema pneumatico (24,1%) e da un laccio emostatico autocostruito (8,0%). La durata media di utilizzo è stata di 75 minuti, senza differenze tra i gruppi. Complessivamente, l’80,5% aveva subito una lesione vascolare (70,1% arteriosa) e sono state eseguite un totale di 99 operazioni agli arti, comprese 15 amputazioni. Quattordici amputazioni (93,3%) si sono verificate sulla scena, o sono state attribuite direttamente all’entità del danno tessutale, con un punteggio medio di gravità delle estremità (MESS) di 7. Nel paziente restante, il laccio emostatico si è rivelato salvavita, anche se probabilmente ha contribuito alla perdita degli arti. Sette vittime tra quelle presi in esame, hanno riscontrato altre 13 complicanze; tuttavia, nessuna di queste è stata attribuita direttamente all’uso del presidio. L’outcome primario analizzato nell’articolo era la perdita degli arti, mentre gli esiti secondari includevano morte, durata della degenza ospedaliera e complicanze. Da questa analisi si evince che l’utilizzo del laccio emostatico nel contesto civile, è associato ad un basso tasso di complicanze e un elevato potenziale di beneficio, i quali giustificano il suo impiego come intervento salvavita.

³³ INABA, KENJI MD ET AL. *“Tourniquet use for civilian extremity trauma”*, Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2015

La review "*Prehospital use of hemostatic bandages and tourniquets: translation from military experience to implementation in civilian trauma care*"³⁴, è uno studio retrospettivo, nel quale si analizza l'impiego di bende emostatiche e tourniquet nel medesimo servizio di trasporto medico rurale. L'obiettivo di tale progetto è quello di determinare se il successo dell'impiego del CAT (tourniquet) e della QuikClot Combat Gauze (benda emostatica) in ambito militare possa essere traslato a quello civile. Il numero dei pazienti presi in esame è di 125 ai quali sono stati applicati tourniquet tra il giugno 2009 ed il gennaio 2014. L'età media dei soggetti è di quarantadue anni, tra questi, approssimativamente il 20% erano già in stato di shock all'arrivo. Di questi centoventicinque, l'82% era di sesso maschile e il 37% delle lesioni riscontrate era dovuto ad armi contundenti. La maggior parte dei tourniquet (71%) furono applicati sulla scena. Di questi, il 98,7% si rivelò efficace nell'arrestare il flusso arterioso. Tali tourniquet, furono lasciati in posizione fino all'arrivo in sala operatoria. I tre lacci arteriosi improvvisati, invece risultarono tutti inefficaci.

Questo studio rappresenta uno dei primi report dell'utilizzo di questi strumenti nella popolazione civile. L'importanza dell'addestramento del personale viene ribadita dalle risultanze di questo articolo, come decisiva nell'ottimizzare il risultato finale.

³⁴JM ZIETLOW, SP ZIETLOW ET AL. "*Prehospital use of hemostatic bandages and tourniquets: translation from military experience to implementation in civilian trauma care*"Jsomonline.org

In uno studio intitolato “*Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians*”³⁵ ha la finalità di valutare l’efficacia dei lacci emostatici, comunemente utilizzati dalle forze armate dell’esercito degli Stati Uniti, in ambito militare nel paziente civile con trauma agli arti maggiore di qualsiasi eziologia. Tra ottobre 2008 e maggio 2013 sono stati presi in esame i pazienti giunti nel centro traumatologico di livello 1 con un laccio applicato nel prespedaliero o in pronto soccorso. A tali casi sono state assegnate diverse priorità di intervento: indicazione assoluta (operazione entro 2 ore per lesioni agli arti, lesioni vascolari che richiedono riparazione / legatura o amputazione traumatica); indicazione relativa (lesioni muscoloscheletriche / dei tessuti molli maggiori che richiedono un intervento chirurgico 2-8 ore dopo l'arrivo, grande perdita di sangue documentata); e non indicato. I pazienti con indicazioni assolute o relative per il posizionamento del laccio emostatico sono stati definiti come indicati, mentre i restanti sono stati designati come non indicati. Le complicanze potenzialmente associate ai lacci emostatici, tra cui amputazione, insufficienza renale acuta, sindrome compartimentale, paralisi nervosa ed eventi tromboembolici venosi, sono state giudicate da personale chirurgico ortopedico, della mano o traumatologico. È stata eseguita un'analisi univariata per confrontare i pazienti con il posizionamento del laccio emostatico indicato rispetto a quello non indicato. Un totale di 105 pazienti ha ricevuto un laccio emostatico per lesioni subite tramite oggetti appuntiti, ad esempio vetri o coltelli (32%), collisioni di veicoli a motore (30%) o altri meccanismi (38%). Un totale di 94 pazienti (90%) aveva indicato il posizionamento del laccio emostatico; 41 (44%) di cui avevano una lesione vascolare. Dati demografici, meccanismo, trasporto e segni vitali erano simili tra i pazienti che avevano indicato o non indicato il posizionamento del laccio emostatico. Il 48% dei lacci emostatici indicati posizionati con PH è stato rimosso nell'ED, rispetto al 100% dei lacci emostatici non indicati ($p < 0,01$). Il tasso di amputazione è stato del 32% tra i pazienti con posizionamento del laccio emostatico indicato (vs 0%; $p = 0,03$). Insufficienza renale acuta (3,2 vs 0%, $p = 0,72$), sindrome compartimentale (2,1 vs 0%, $p = 0,80$), paralisi dei nervi (5,3 vs 0%; $p = 0,57$) ed eventi tromboembolici venosi (9,1 vs 8,5%; $p = 0,65$) ed erano simili nei pazienti che avevano indicato rispetto al posizionamento del laccio emostatico non indicato. Dopo il giudizio, nessuna complicanza è stata il risultato dell'uso del laccio emostatico. Tale studio

³⁵ MH SCERBO ET AL., *Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians*, Prehospital, 2016

suggerisce che i tourniquet siano usati in modo sicuro e appropriato nei civili con traumi agli arti maggiori che si verificano tramite meccanismi contundenti e penetranti.

In un articolo "*A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use*"³⁶ si analizzano i benefici relativi all'utilizzo del laccio emostatico preospedaliero con l'aumento della sopravvivenza. Attraverso una revisione della letteratura precedentemente pubblicata, si ipotizza un suo impiego in ambito civile. Lo studio è un'analisi multi istituzionale preliminare all'uso del laccio emostatico preospedaliero nei pazienti ricoverati in nove centri traumatologici urbani di livello 1 tra gennaio 2010 e dicembre 2013. I dati demografici e mortalità dei pazienti da una precedente esperienza militare di Kragh et al. (Ann Surg. 2009; 249: 1-7) sono stati usati per il confronto. Sono stati esclusi i pazienti di età inferiore ai 18 anni o con sanguinamento non traumatico che richiedeva l'applicazione del laccio, ed inclusi un totale di 197 pazienti. I lacci emostatici sono stati applicati efficacemente in 175 (88,8%) di 197 pazienti. I tassi complessivi di mortalità e amputazione degli arti erano significativamente inferiori rispetto a quelli visti in precedenza nella popolazione militare a 6 (3,0%) di 197 contro 22 (11,3%) di 194 ($p = 0,002$) e 37 (18,8%) di 197 contro 97 (41,8%) di 232 ($p = 0,0001$), rispettivamente. Questo articolo dimostra che i lacci emostatici venivano applicati in modo sicuro ed efficace nella popolazione civile, inoltre si incentiva l'impiego di questo strumento nel preospedaliero, in quanto può apportare un beneficio in termini di sopravvivenza alla popolazione civile.

³⁶ R. Schroll, A Smith et al *A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use*, Journal of Trauma, 2015

L'articolo *“Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017”*³⁷ indaga i principali fattori associati alla riduzione della mortalità durante gli attuali conflitti in Afghanistan e Iraq. Questa analisi di tutte le vittime militari statunitensi dall'ottobre 2001 al dicembre 2017 ha rilevato che la sopravvivenza tra le vittime più gravemente ferite è aumentata di 3 volte durante il corso delle battaglie e che 3 interventi chiave (lacci emostatici, trasfusioni di sangue e trasporto preospedaliero entro 60 minuti) erano associati al 44% di riduzione della mortalità. In 16 anni di conflitto, i progressi del sistema di trauma militare, vale a dire miglioramenti nei metodi per controllare l'emorragia, quali la trasfusione di sangue e la riduzione del tempo per il trattamento, possono essere associati ad una maggiore sopravvivenza delle vittime di battaglia. Tale studio ha l'obiettivo di analizzare le tendenze nelle statistiche generali sulle vittime di combattimento, valutare le misure aggregate di lesioni e interventi e simulare come i tassi di mortalità sarebbero cambiati se gli interventi non fossero avvenuti. Attraverso un'analisi retrospettiva di tutti i dati amministrativi individuali aggregati e ponderati, disponibili compilati dai database del Dipartimento della Difesa su tutte le 56763 vittime militari statunitensi ferite in battaglia in Afghanistan e Iraq dal 1 ° ottobre 2001 al 31 dicembre 2017. I risultati sono stati confrontati poi, con i rapporti periodo-specifici dell'uso di lacci emostatici, trasfusioni di sangue e trasporto a una struttura chirurgica entro 60 minuti. In dati aggregati per 56763 vittime, il CFR è diminuito in Afghanistan (dal 20,0% all'8,6%) e in Iraq (dal 20,4% al 10,1%) dalle prime fasi alle fasi successive dei conflitti. La sopravvivenza per i feriti in modo grave (Injury Severity Score, 25-75, critico) è aumentata dal 2,2% al 39,9% in Afghanistan e dall'8,9% al 32,9% in Iraq. Le simulazioni utilizzando i dati di 23699 vittime individuali, hanno mostrato che senza interventi valutati, il CFR sarebbe stato probabilmente più alto in Afghanistan (15,6% stimato vs 8,6% osservato) e Iraq (16,3% stimato vs 10,1% osservato), pari a 3672 decessi aggiuntivi (95 % CI, 3209-4244 decessi), di cui 1623 (44,2%) sono stati associati agli interventi studiati: 474 decessi (12,9%) (95% CI, 439-510) associati all'uso di lacci emostatici, 873 (23,8%) (95% CI, 840-910) con trasfusioni di sangue e 275 (7,5%) (95% CI, 259-292) e con tempi di trasporto preospedaliero. L'analisi suggerisce che un maggiore utilizzo di lacci emostatici,

³⁷ HOWARD JT, ET AL, *Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017*, JAMA Surg. 2019

emotrasfusioni e un trasporto preospedaliero più rapido sono stati associati al 44,2% della riduzione della mortalità totale. Altre vittime ferite in modo grave hanno raggiunto l'assistenza chirurgica, con una maggiore sopravvivenza, la quale implica miglioramenti nelle cure preospedaliere e ospedaliere.

Nell'articolo "*Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major Limb Trauma*"³⁸ si enuncia che i lacci emostatici si rivelarono dispositivi salvavita in guerra, pochi studi, tuttavia, descrivono la loro effettiva morbilità nelle vittime di combattimento. Lo scopo di questo articolo era di analizzare l'uso e le complicanze del laccio emostatico. Viene effettuata un'indagine prospettica nelle vittime che lo richiedevano, in un ospedale di supporto al combattimento a Baghdad per 7 mesi nel 2006. I pazienti sono stati valutati per l'uso del laccio emostatico, l'esito degli arti e la morbilità. Sono state identificate potenziali morbilità dalla letteratura, poi rivalutate in prospettiva. Ai 232 pazienti presi in esame, sono stati applicati 428 lacci emostatici su 309 arti feriti. Quelli più efficaci sono stati il laccio medico di emergenza (92%) e il laccio emostatico per applicazioni di combattimento (79%). Quattro pazienti (1,7%) presentavano paralisi nervosa transitoria a livello del presidio, mentre sei avevano paralisi a livello della ferita. Non è stata osservata alcuna associazione tra il tempo del laccio emostatico e la morbilità (coaguli, mionecrosi, rigore, dolore, paralisi, insufficienza renale, amputazione e fasciotomia). Nessuna amputazione è risultata esclusivamente dall'uso del tale presidio. Tuttavia, sei (2,6%) vittime con otto lesioni da amputazione traumatica preesistenti hanno subito amputazioni chirurgiche di completamento e hanno anche indossato i lacci emostatici per > 2 ore. Il tasso di arti con fasciotomie con tempo di impiego ≤ 2 ore è stato del 28% (75 su 272) e > 2 ore è stato del 36% (9 su 25, $p = 0,4$). Il rischio di morbilità riscontrato era basso e c'era un rapporto rischio-beneficio positivo, in termini di sopravvivenza. Nessun arto è stato perso a causa dell'uso del laccio emostatico e la durata di questo non è stata associata ad una maggiore morbilità. L'istruzione per l'uso precoce del laccio emostatico militare dovrebbe continuare.

³⁸ JF KRAGH ET AL, *Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major Limb Trauma*, Journal of Trauma, 2008

L'articolo "*Prehospital Tourniquet Use in Operation Iraqi Freedom: Effect on Hemorrhage Control and Outcomes*"³⁹ è costituito da una serie di revisioni retrospettive sull'utilizzo del laccio emostatico preospedaliero nella seconda guerra mondiale, da parte delle forze di difesa israeliane, che hanno rivelato miglioramenti nel controllo dell'emorragia degli arti e pochissimi esiti avversi, quando i tempi di impiego erano inferiori a 6 ore. Si ipotizzava che l'uso del laccio emostatico preospedaliero diminuisse l'emorragia e salvasse vite, non essendo associato a un aumento sostanziale degli esiti avversi agli arti. Tale studio retrospettivo è stato approvato dal comitato di revisione istituzionale del 31 ° ospedale di supporto al combattimento per 1 anno durante l'Operazione Iraqi Freedom. I criteri di inclusione erano qualsiasi paziente con amputazione traumatica, lesione vascolare degli arti maggiori o laccio emostatico preospedaliero documentato. Tra 3.444 ricoveri totali, 165 pazienti hanno soddisfatto i criteri di inclusione. Sessantasette pazienti avevano lacci emostatici preospedalieri (TK); 98 invece, avevano gravi lesioni agli arti ma nessun laccio (No TK). I punteggi delle lesioni acute agli arti erano gli stessi (3,5 TK vs 3,4 Nessun TK) in entrambi i gruppi. Differenze ($p < 0,05$) sono state notate nel numero di pazienti con lesioni al braccio (16,2% TK vs 30,6% No TK), lesioni che richiedevano una ricostruzione vascolare (29,9% TK vs 52,5% No TK), amputazioni traumatiche (41,8% TK vs 26,3% No TK) e in quei pazienti con adeguato controllo del sanguinamento all'arrivo (83% TK vs 60% No TK). Tassi di amputazione secondaria (4 (6,0%) TK vs. 9 (9,1%) No TK); e la mortalità (3 (4,4%) TK vs 4 (4,1%) No TK) non differivano. L'uso del laccio emostatico non è stato ritenuto responsabile della successiva amputazione di estremità gravemente mutilate. L'analisi ha rivelato che quattro dei sette decessi erano potenzialmente prevenibili con il posizionamento del presidio nel preospedaliero. Per concludere l'uso del laccio emostatico preospedaliero è stato associato a un migliore controllo dell'emorragia, in particolare nel sottogruppo di pazienti con lesioni peggiori (punteggio di gravità delle lesioni > 15). Il 57% delle morti avrebbe potuto essere prevenuto dall'uso immediato del tourniquet. Non sono stati riscontrati esiti avversi precoci legati all'uso di questo.

³⁹ AC Beekley et al *Prehospital Tourniquet Use in Operation Iraqi Freedom: Effect on Hemorrhage Control and Outcomes*, Journal of Trauma, 2008

Lo studio intitolato “*Survival With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Major Limb Trauma*”⁴⁰ ha lo scopo di determinare se l'uso del laccio emostatico di emergenza ha salvato vite nel contesto militare in questione. Viene effettuata un'indagine prospettica sui feriti che richiedevano il laccio emostatico nell'arco di 7 mesi nel 2006. Il follow-up è durato in media 28 giorni. Lo studio era in un ospedale di supporto al combattimento a Baghdad. Tra 2838 feriti e vittime civili e militari con gravi traumi agli arti, 232 (8%) hanno ricevuto 428 lacci emostatici applicati su 309 arti feriti. È stato esaminato l'uso del laccio emostatico di emergenza, valutando le vittime per shock (polso radiale debole o assente) e uso preospedaliero, rispetto a quello del pronto soccorso (DE). Sono stati valutati anche i tassi di sopravvivenza e l'esito degli arti. Tra i feriti in oggetto, vi sono stati 31 morti (13%). L'uso del tourniquet quando lo shock era assente era fortemente associato alla sopravvivenza (90% vs. 10%; $P < 0,001$). I presidi preospedalieri sono stati utilizzati in 194 pazienti di cui 22 sono morti (11% di mortalità), mentre 38 pazienti hanno avuto applicazione di ED di cui 9 sono morti (24% di mortalità; $P = 0,05$). Le 5 vittime indicate per i lacci emostatici ma alle quali non ne erano stati applicati avevano un tasso di sopravvivenza dello 0% contro l'87% di quelle vittime ai quali erano stati applicati ($P < 0,001$). Quattro pazienti (1,7%) hanno riportato una paralisi nervosa transitoria a livello del presidio. Nessuna amputazione è risultata esclusivamente dall'uso del laccio emostatico. A tal proposito, l'uso di questo quando lo shock era assente e nel preospedaliero era fortemente associato ad un tasso di sopravvivenza elevato. Per concludere, questo studio incentiva l'istruzione e la messa in campo dei lacci emostatici preospedalieri in ambito militare.

⁴⁰ JF KRAGH ET AL, *Survival With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Major Limb Trauma*, Annals of Surgery, 2009

Il laccio emostatico è conosciuto per essere uno dei pochi presidi salvavita con possibilità di autoapplicazione. Uno studio intitolato “*Can they stop the bleed? Evaluation of tourniquet application by individuals with varying levels of prior self-reported training*”⁴¹ viene riportato un caso di addestramento all'utilizzo del laccio emostatico in un gruppo di persone. L'applicazione dei tourniquet delle estremità, è un elemento centrale di molteplici iniziative nazionali, attuate per consentire ai laici di garantire il controllo dell'emorragia (HC). Tuttavia, l'efficacia della popolazione generale che si auto-segna un precedente addestramento di pronto soccorso (FA) o di HC sulla capacità dell'individuo di controllare l'emorragia mediante l'utilizzo di questo presidio rimane sconosciuta. Pertanto, la finalità di questo studio è di valutare l'abilità dei laici con precedente formazione su AF o HC auto-segnalata nel controllare l'emorragia con un laccio emostatico. Perciò, i dipendenti di uno stadio, sono stati valutati tramite un simulatore, nella loro capacità di applicare il tourniquet in un contesto di combattimento. Come analisi di sottogruppo di uno studio più ampio, sono stati confrontati i partecipanti che si sono auto-riportati: 1) Nessuna formazione precedente, 2) Solo formazione FA o 2) Formazione FA + HC. È stata eseguita la regressione logistica adattando l'età, il sesso, l'istruzione, la disponibilità all'assistenza e il livello di comfort in HC. Dei 317 partecipanti che sono stati inclusi, rispetto ai partecipanti senza formazione precedente (14,4%, n = 16/111), quelli con solo formazione AF (25,2%, n = 35/139) avevano una probabilità 2,12 più alta (IC 95%: 1,07-4,18) di l'applicazione del laccio emostatico mentre quelli con FA + HC (35,8%, n = 24/67) avevano una probabilità di 3,50 più alta (95% CI: 1,59-7,72) di applicazione corretta. I partecipanti con precedente FA + HC erano più disposti ad assistere e si sentivano a proprio agio nell'esecuzione di HC rispetto a quelli senza precedente formazione (p <0,05). Tuttavia, la loro predisposizione ad aiutare [OR0.83,95% CI: 0.43-1.60] o il loro adattamento alla situazione [OR1.11,95% CI: 0.55-2.25] non è stato associato alla corretta applicazione del laccio emostatico. Dunque, il precedente addestramento FA + HC auto-riferito, sebbene associato a una maggiore probabilità di applicarlo correttamente, si traduce in solo 1/3 delle persone che eseguono correttamente l'abilità. Nonostante si continui a responsabilizzare e addestrare i laici ad agire come soccorritori immediati, questi risultati evidenziano l'importanza di tecniche educative efficaci, che rispecchino le loro

⁴¹ JC MCCARTY ET AL *Can they stop the bleed? Evaluation of tourniquet application by individuals with varying levels of prior self-reported training*, Injury, 2019

esigenze. Un altro articolo riguardante la formazione del personale laico è denominato “*Missing expectations: Windlass tourniquet use without formal training yields poor results*”⁴², questo indaga la capacità di soccorritori laici di applicare un laccio emostatico senza una precedente addestramento. Infatti, nonostante i notevoli tentativi di educare i civili al controllo delle emorragie, la maggioranza di questi rimane non addestrata. Tale studio cerca di determinare se dei laici possono applicare con successo uno dei tre lacci emostatici disponibili in commercio; compresi quelli approvati dall'esercito degli Stati Uniti e dall'American College of Surgeons (CAT e SOFT-T). Il campione analizzato comprende dei studenti laureati in scienze della salute, ai quali è stato assegnato in modo casuale, un laccio emostatico disponibile in commercio: SAM XT, il laccio emostatico per applicazioni di combattimento (CAT) o laccio emostatico tattico delle forze speciali (SOFT-T). A ciascuno di essi è stato concesso fino ad 1 minuto per leggere le istruzioni riportate sulla confezione, al termine del quale gli è stato chiesto di applicarlo al trainer per tourniquet HapMed. La perdita di sangue stimata, durante l'applicazione, è stata misurata fino al raggiungimento della pressione emostatica o fino al verificarsi di una morte simulata per dissanguamento. Sono stati analizzati diversi parametri tra cui: la sopravvivenza della simulazione, il tempo per leggere le istruzioni e interrompere l'emorragia, la pressione del laccio emostatico e la perdita di sangue. Dei 150 studenti reclutati, 55, 46 e 49 sono stati randomizzati rispettivamente a SAM XT, CAT, SOFT-T. La sopravvivenza globale media della simulazione è stata inferiore al 66% (65%, 72%, 61%; $p = 0,55$). Dei sopravvissuti, tutti e tre i lacci emostatici si sono comportati in modo simile nella pressione media applicata (319, 315 e 329 mm Hg; $p = 0,54$) e nel tempo medio per fermare l'emorragia (91, 70, 77 secondi; $p = 0,28$). Tuttavia, vi era una differenza statistica nel volume di perdita di sangue medio a favore di SOFT-T (SAM XT, 686 mL; CAT, 624 mL; SOFT-T, 433 mL; $p = 0,03$). Tutti i 16 partecipanti con esperienza precedente sono stati in grado di posizionare con successo il laccio emostatico rispetto a 81 (62%) di 131 utenti per la prima volta ($p = 0,008$). Ad oggi, nessuno dovrebbe morire di emorragia agli arti, i civili sono la nostra prima linea di difesa. Lo studio rivela che quando un laico non addestrato utilizza un laccio emostatico comunemente accettato, il fallimento è inaccettabilmente alto. I dispositivi attualmente impiegati non sono intuitivi e richiedono una formazione al di fuori delle istruzioni allegate. Perciò sono in corso

⁴² A DENNIS ET AL *Missing expectations: Windlass tourniquet use without formal training yields poor results*, Journal of Trauma, 2019

piani per valutare ulteriormente questo studio dopo la formazione formale "Stop the Bleed".

Un articolo intitolato "*Effectiveness of the combat application tourniquet for arterial occlusion in young children*"⁴³ pubblicato nel maggio 2020, ha indagato l'efficacia del laccio emostatico nella popolazione pediatrica. L'uso del tourniquet per l'emorragia degli arti è diventato un pilastro nella cura dei traumi degli adulti negli ultimi 15 anni. Gli sforzi della campagna Stop the Bleed hanno aumentato la loro distribuzione ed il loro utilizzo in ambienti civili, in risposta a sparatorie e come elementi nella preparazione alle catastrofi. Ad oggi, esistono poche ricerche o esperienze pubblicate, relative all'uso dei lacci emostatici nella popolazione pediatrica. Questo studio, ha cercato di determinare l'età minima del paziente in cui il tourniquet da combattimento (CAT), è in grado di controllare l'emorragia degli arti. È stato selezionato un campione di convenienza di pazienti pediatrici, di età compresa tra 1 anno e 8 anni, programmati per la chirurgia ortopedica elettiva, ed idonei per l'arruolamento, ricoverati presso un ospedale accademico. Ad essi sono stati rilevati età, peso, altezza, pressione sanguigna e circonferenze del braccio e della gamba. Una volta sotto anestesia generale, il polso di un arto superiore e di un arto inferiore è stato ottenuto mediante Doppler, quindi un CAT è stato posizionato nella posizione più prossimale dell'arto fino a quando il polso corrispondente non era più ottenibile o fino a quando il laccio emostatico era stretto. Questo è stato rimosso dopo 30 secondi di occlusione arteriosa. I tredici bambini arruolati erano di età compresa tra 2 e 7 anni. I pesi variavano da 12,8 kg a 23,9 kg, con una media di 16,7 kg. Le circonferenze delle gambe erano comprese tra 24,5 cm e 34,5 cm, con una media di 27,9 cm e le circonferenze del braccio tra 13 cm e 24 cm, con una media di 16,3 cm. Le altezze dei soggetti erano da 87 cm a 122 cm, con una media di 103,4 cm. Sono state testate 24 estremità totali, 11 braccia e 13 gambe. L'occlusione arteriosa è stata ottenuta sul 100% degli arti testati (intervallo di confidenza al 95%, 85,8-100%). Questo studio risulta simile ai precedenti relativi all'efficacia del laccio emostatico per adulti in termini di design, dimensioni e risultati. È il primo a mostrare un'occlusione arteriosa riuscita su bambini in età prescolare con un tourniquet commerciale in un ambiente controllato. I risultati suggeriscono che il CAT può essere utilizzato nei bambini in età scolare con grave emorragia agli arti con elevate probabilità di successo.

⁴³ JR Kelly et al. *Effectiveness of the combat application tourniquet for arterial occlusion in young children*, Journal of Trauma, 2020

CONCLUSIONI

In conclusione, dopo aver approfondito le conoscenze relative al tourniquet, uno strumento sconosciuto a molti operatori del contesto ospedaliero, ed analizzato la letteratura disponibile nei principali database scientifici, l'obiettivo che ci si era prefissati è stato ampiamente raggiunto.

Come dimostrato, l'utilizzo del tourniquet nel contesto civile si è rivelato efficace nella gestione delle emorragie degli arti, ottenendo ottimi risultati in tutti gli studi analizzati.

Nonostante questi dati, ad oggi il suo impiego non risulta diffuso come dovrebbe.

Questo elaborato ha la finalità di promuovere la formazione del personale sanitario al controllo delle emorragie degli arti mediante i lacci emostatici arteriosi, quali dei veri e propri strumenti salvavita.

Promuovendo la partecipazione del personale di area critica ospedaliero e dei professionisti del servizio di emergenza, ai corsi Stop the Bleed, i quali potrebbero apportare ottime ripercussioni nella qualità dell'assistenza prestata.

Tra qualche anno sarebbe bello disporre di un kit di emergenza per il controllo delle emorragie accanto ai DAE.

BIBLIOGRAFIA

CHIARANDA M. “*Urgenze ed Emergenze*”, Piccin 2016, Quarta edizione

SANTARELLI M. PHTLS “*Prehospital trauma life support*”, Elsevier Masson, 2007, Sesta edizione

THE COMMITTEE ON TRAUMA AND AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS ATLS “*Advanced trauma life support*” 2018, Tenth edition

BAKER SP et al. *The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care*. J Trauma, 1974 Mar; 14(3): 187-96

CHAMPION HR et al. *A Revision of the Trauma Score*. J Trauma, 1989; 29; 623-629

CHAMPION HR et al. *Trauma Score*. Crit Care Med, 1981;9; 672-6

BODDEN J, *Treatment Options in the Hemodynamically Unstable Patient With a Pelvic Fracture*, Orthopedic Nursing 2009, 28:3; pp. 109-114.

CROCE MA, et. al., *Emergent Fixation in Patients with Exsanguinating Pelvic Fractures*, Journal of American College of Surgeons 2007, 204:5; pp. 935-939.

TOWNSEND H, GOODMAN S ET AL. *Tourniquet release: systemic and metabolic effects* Acta Anaesthesiol Scand 1996 Robert B. Carrigan, Christopher T. Born, Mary

Kate FITZPATRICK, PATRICK REILLY: *Temporary Stabilization of the Pelvic Fractures with the Trauma Pelvic Orthotic Device in the Polytrauma Patient*. Tintanalli JE, Krome RL, Ruiz E, (eds): *Emergency Medicine A Comprehensive Study Guide*, ed 3. New York, McGraw-Hill, 1992, pp. 987-993.

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. (2016.) *Stop the Bleed*. BleedingControl.org. Retrieved March 7, 2017, from www.bleedingcontrol.org.

GIULIANO DALL'OLIO, *Medicina militare nella prima guerra mondiale: studi francesi sulla patogenesi dello shock traumatico nei feriti di guerra*, Italian Journal of Laboratory medicine, 2018

BULGER EM, SNYDER D, SCHOELLES K, et al. *An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. Prehosp Emerg Care.* 2014;18(2):163-173.

JOINT COMMITTEE TO CREATE A NATIONAL POLICY TO ENHANCE SURVIVABILITY FROM MASS-CASUALTY SHOOTING EVENTS. (July 1, 2015.) *The Hartford Consensus III: Implementation of bleeding control.* American College of Surgeons. Retrieved March 7, 2017, from <http://bulletin.facs.org/2015/07/the-hartford-consensus-iii-implementation-of-bleeding-control/>

SHINA A, LIPSKY AM, NADLER R, et al. *Prehospital use of hemostatic dressings by the Israel Defense Forces Medical Corps: A case series of 122 patients. J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79 (4 Suppl 2):S204-S209.

TCCC GUIDELINES FOR MEDICAL PERSONNEL. (Jan. 31, 2017.) *Tactical Combat Casualty Care.* Retrieved March 7, 2017, from www.cotccc.com/wp-content/uploads/TCCC-Guidelines-for-Medical-Personnel-170131.pdf.

WATTERS JM, VAN PY, HAMILTON GJ, et al. *Advanced hemostatic dressings are not superior to gauze for care under fire scenarios. J Trauma.* 2011;70(6):1413-1419.

GREAVES I, PORTER KM, REVELL MP. *Fluid resuscitation in pre-hospital trauma care: a con- sensus view. J R Coll Surg Edinb* 2002;47(2): 451–457.

KRAGH JF JR, WALTERS TJ, BAER DG, et al. *Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. Ann Surg* 2009Jan;249 (1):1–7.

STATO MAGGIORE DELLA DIFESA, “*Il sostegno sanitario di aderenza nelle operazioni di risposta alle crisi,*” edizione 2011.

FERRARI A.M., BARLETTA C., et al. *Medicina di emergenza – urgenza*. EM SIMEU. Edra Masson 2016.

ATST, Assistenza al Traumatizzato sul territorio (Manuale) a cura del gruppo formazione Centro Europeo Medicina delle Catastrofi, 1998

KRAGH JF, WALTERS TJ, BAER DG, ET AL. *Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma*. *ibid.* 2008;64(2):38–49.

PASSOS E, DINGLEY B, SMITH A, et al. *Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting*. *Injury* 2014;45(3):573–7.

FLUDGER S, BELL A. *Case study: tourniquet application in a rural Queensland HEMS environment*. *Air Med J* 2009;28:291–3.

HALJAMAE H, ENGER E. *Human skeletal muscle energy metabolism during and after complete tourniquet ischemia*. *Ann Surg* 1975;182(1):9–14.

DAYAN L, ZINMANN C, NORMAN D, STAHL S. *Complications associated with prolonged tourniquet application on the battlefield*. *Mil Med* 2008;173(1):63–6.

KRAGH JF, LITRELL ML, JONES JA, et al. *Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding*. *J Emerg Med* 2011;41(6):590–7.

CLASPER J, BROWN K, HILL P. *Limb Complications following pre-hospital tourniquet use*. *J R Army Med Corps* 2009;155(3):200–2.

IRVING G, NOAKES T. *The protective role of local hypothermia in tourniquet-induced ischaemia of muscle*. *J Bone Joint Surg* 1985;67(2):297–301.

INABA, KENJI MD ET AL. *Tourniquet use for civilian extremity trauma*, Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2015

JM ZIETLOW, SP ZIETLOW ET AL. *Prehospital use of hemostatic bandages and tourniquets: translation from military experience to implementation in civilian trauma care"*
jsomonline.org

JEFFREY T ET AL. *Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017* Jama Surg.

JF KRAGH JR, TJ WALTERS, DG BAER ET AL. *Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma"*, Journal of Trauma, 2008

DENNIS, ANDREW DO ET AL. *Missing expectation: Windlass tourniquet use without formal training yield poor results*, Journal of Trauma, 2019

BELLAMY RF: *The causes of death, in conventional land warfare: implication for combat casualty care research"*. Milit Med 1984: 149:55-62

MABRY RL HOLCOM JB BAKER AM ET AL : *United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield* J.Trauma 2000 49 515-26

NAVEIN J COULAND R, DUNN R *The tourniquet controversy* J Trauma 2003m54 (Suppl)s219-20

BUTLER FK JR HAGMANN J BUTLER EG *Tactical combat casualty care in special operations*. Milit Med 1996 -161 (Suppl)3-16

BUTLER FK JR HAGMANN JH RICHARDS DT *Tactical management of urban warfare casualties in special operations*. Milit Med 2000 165: 1-48

SHAW JA MURRAY DG ; *The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh.* J Bone Joint Surg Am 1982 64 1148-52

JC MCCARTY ET AL *Can they stop the bleed? Evaluation of tourniquet application by individuals with varying levels of prior self-reported training,* Injury, 2019

CRENSHAW AG HARGENS AR GERSHUNI DH RYEVK B *Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures.* Acta Orthop Scand 1988 59 447 51.

MOORE MR GARFIN SR HARGENS AR *Wide tourniquets eliminate blood flow at low inflation pressures.* J Hand Surg (Am) 1987 12 1006-11

GORDON CC CHURCHILL T CLAUSER CE ET AL: *1986 Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel Methods and Summary Statistics,* pp 86 278 Natick Ma U.S. Army Natick Research, Development, and Engineering Center 1989.

WENKEJC WALTER TJ GREYDANUS DJ PUSATERI AS COVERTINO VA: *Physiological evaluation of the U.S. Army one-handed tourniquet* Milit med 2005 170 775 780

MCLAREN AC RORABECK CH *The pressure distribution under tourniquets* J Bone Joint Surg Am 1985 67 433-8.

PEDOWITZ RA GERSHUNI DH SCHMIDT AH FRIDEN J RYDEVIK BL HARGENS *Ar distal to a pneumatic tourniquet a quantitative animal study of effects of tourniquet pressure and duration* J Hand Surg Am 1991 16 610,21.

WAKAI A WINTER DC STREET JT REDMOND PH *Pneumatic tourniquets in extremity surgery* J Am Acad Orthop Surg 2001 9 345 51.

BALTHEY H. *Surgery of Modern Warfare* pp 273 9 Edinburg Scotland Livingstone 1941.

BUTLER FK JR *Tactical medicine training for Seal mission* Milit Med 2001 166 625
vannah R: *The arterial tourniquet* 31.

BINISCEIL FW *The pathophysiology of skeletal muscle ischemia and the reperfusion syndrome: a review.* Cardiovasc Surg 2002 10 620 30.

KAM PC KAVANAGH R, YOONG FF, KAVANAUGH R, *The arterial tourniquet pathophysiological consequences and anaesthetic implications.* Anaesthesia 2001 56 534 45.

PEDOWITZ RA: *Tourniquet-induced neuromuscular, recent review of rabbit and clinical experiments.* Acta Orthop Scand Suppl 1991: 245: 1-33.

SEKI T *Experimental and clinical study of safe prorogation of tourniquet time by hypothermia of an upper limb* (author's translation) (in Japanese, Nippon Sekelgeka

LIVING GA NOAKES TD : *The protective safe of local hypothermia in tourniquet-induced ischaemia of muscle.* J Bone Joint Surg Br 1985 67 297 301.

SWANSON AB LIVENGOOD LC SERTEL AB: *Local hypothermia to nprolong safe tourniquet tima.* Clin Orthop Relat Res 1991 (264) 200-8.

FISH JS MCKEE NH KUZON WM PLYLEY *Effect of hypothermia on changes in isometric contractile function in skeletal muscle after tourniquet ischemia* J Hand Sueg (AM)1993, 18 210-7.

WEPPNER J, LANG M, SUNDAY R, DEBIASSE N. *Efficacy of tourniquets exposed to the Afghanistan combat environment stored in individual first aid kits versus on the exterior of plate carriers.* Mil Med 2013;178(3):334–7.

DAYAN L. ZINMANN C. ET AL *Complications associated with prolonged tourniquet application the battlefield* Mil Med 2008

ITO K. *Prospective evaluation of the Stop the Bleed program in Japanese participants,* Trauma Surge Acute Care Open,2020

DR KING ET AL. *Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in Translation*, Journal of Trauma, 2015

INABA, KENJI MD ET AL. *Tourniquet use for civilian extremity trauma*, Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2015

MH SCERBO ET AL, *Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians*, Prehospital, 2016

AC Beekley et al *Prehospital Tourniquet Use in Operation Iraqi Freedom: Effect on Hemorrhage Control and Outcomes*, Journal of Trauma, 2008

JR KELLY ET AL. *Effectiveness of the combat application tourniquet for arterial occlusion in young children*, Journal of Trauma, 2020

R. SCHROLL, A Smith et al *A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use*, Journal of Trauma, 2015

HOWARD JT, ET AL, *Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001-2017*, JAMA Surg. 2019

SITOGRAFIA

<https://www.naemt.org/education/naemt-tccc>

<http://www.naemt-italia.it>

<https://emt-ce.com/info/capce>

http://www.formatori.veneto.it/settore_emergenza/corso2010_pc/N06%20-%20sistemi%20di%20triage.pdf

https://www.sistemaprotezionecivile.it/allegati/305_maxi_emergenze.pdf

https://www.aci.health.nsw.gov.au/get-involved/institute-of-trauma-and-injury-management/Data/injury-scoring/injury_severity_score

<https://www.busnagosoccorso.it/wp-content/uploads/2014/08/Ghio-Massasogni-immobilizzazione.pdf>

<http://www.emimed.it/prodotti/benda-d-emergenza-israeliana/>

<https://www.stopthebleeditaly.org>

[https://www.bleedingcontrol.org/~media/bleedingcontrol/files/save_a_life.ashx](https://www.bleedingcontrol.org/~/media/bleedingcontrol/files/save_a_life.ashx)

<https://www.stopthebleed.org/our-story>

<https://journals.lww.com/jtrauma/Abstract/2015/08000/>

[Tourniquet use for civilian extremity trauma.9.aspx](#)

https://it.wikipedia.org/wiki/Attentati_di_Parigi_del_13_novembre_2015

<https://simedet.eu/wp-content/uploads/2018/04/il-ruolo-del-peimaf-nelle-maxiemergenze.pdf>

<https://www.cripadova.it/attivita/pma-posto-medico-avanzato/>