

# Tourniquet use for civilian extremity hemorrhage: systematic review of the literature

## *Uso de torniquete nas hemorragias de extremidades na população civil: revisão sistemática da literatura*

CARLOS YÁNEZ BENÍTEZ<sup>1</sup>; PABLO OTTOLINO<sup>2</sup>; BRUNO M PEREIRA, TCBC-SP<sup>3</sup>; DANIEL SOUZA LIMA, ACBC-CE<sup>4</sup>; ANTONIO GUEMES<sup>5</sup>; MANSOOR KHAN<sup>6</sup>; MARCELO AUGUSTO FONTENELLE RIBEIRO JUNIOR, TCBC-SP<sup>7</sup> 

### ABSTRACT

**Introduction:** extremity tourniquet (TQ) use has increased in the civilian setting; the beneficial results observed in the military has influenced acceptance by EMS and bystanders. This review aimed to analyze extremity TQ types used in the civilian setting, injury site, indications, and complications. **Methods:** a systematic review was conducted based on original articles published in PubMed, Embase, and Cochrane following PRISMA guidelines from 2010 to 2019. Data extraction focused on extremity TQ use for hemorrhage control in the civilian setting, demographic data, study type and duration, mechanism of injury, indications for use, injury site, TQ type, TQ time, and complications. **Results:** of the 1384 articles identified, 14 were selected for review with a total of 3912 civilian victims with extremity hemorrhage and 3522 extremity TQ placements analyzed. The majority of TQs were applied to male (79%) patients, with blunt or penetrating trauma. Among the indications for TQ use were hemorrhagic shock, suspicion of vascular injuries, continued bleeding, and partial or complete traumatic amputations. Upper extremity application was the most common TQ application site (56%), nearly all applied to a single extremity (99%), and only 0,6% required both upper and lower extremity applications. 80% of the applied TQs were commercial devices, and 20% improvised. **Conclusions:** TQ use in the civilian setting is associated with trauma-related injuries. Most are single-site TQs applied for the most part to male adults with upper extremity injury. Commercial TQs are more commonly employed, time in an urban setting is under 1 hour, with few complications described.

**Keywords:** Hemorrhage. Shock, Hemorrhagic. Multiple Trauma. Wounds and Injuries. Extremities.

### INTRODUCTION

There are still controversies and preconceived myths surround the use of TQs for extremity hemorrhage and its evolution from the military to the civilian setting<sup>1</sup>. The first documented use of a military TQ was in 1674 by Etienne J. Morel<sup>2</sup>, almost 200 years later, in 1864, Joseph Lister described its civilian use to obtain a bloodless surgical field<sup>3</sup>. For centuries, TQs were considered useful for extremity hemorrhage but hazardous as well, mainly when used for long periods of prehospital settings<sup>4-6</sup>. Recent publications from the military have proven that TQ use is effective for extremity hemorrhage, achieving a reduction in mortality when applied at the point of injury<sup>1,7</sup>. These

findings, along with the increasing threat to civilians from random shootings and terrorist attacks in North America and Europe<sup>8</sup> has generated a growing interest for TQs by the public, law enforcement agencies, and EMS. With the increase in TQ use by civilians, there is also an increase in concerns regarding TQ safety and complications. Although there are many reports from the military settings, reports for civilian TQ application are not sufficient and do not seem to be universally accepted. Most of the reported experience in the civilian setting is focused in large urban areas in the U.S; however, indications for their use and risk of complications are not clearly defined. This systematic review aims to analyze demographics and experience of TQ use for extremity hemorrhage in the civilian setting,

1 - Royo Villanova Hospital, SALUD, General, GI and Acute Care Surgery Department - Zaragoza - Zaragoza - Espanha 2 - Dr. Sótero del Rio Hospital, Trauma and Emergency Surgery Department - Santiago - Santiago - Chile - 3 - Universidade de Vassouras, Pró reitoria de Pesquisa e Pós Graduação - Vas-souras - RJ - Brasil 4 - Dr. José Frota Institute, Trauma and Emergency Surgery Department - Fortaleza - CE - Brasil 5 - Lozano Blesa University Hospital, GI, Breast and Acute Care Surgery Department - Zaragoza - Zaragoza - Espanha 6 - Brighton - Sussex University Hospital NHS Trust, Esophagogastric and Trauma Surgery Department - Brighton - Brighton - Reino Unido 7 - Catholic University of São Paulo PUCSP-Sorocaba, Discipline of General and Trauma Surgery - São Paulo - SP - Brasil

describing the mechanism and site of injury, indications for their application, type of TQ applied, and induced ischemia time as well as complications associated with their use.

## METHOD

The authors (CY, MR) performed a search of the English literature on PubMed/MEDLINE, Embase and Cochrane Review databases, using the following query (civilian [All Fields] AND (“tourniquets” [MeSH Terms]) and (“extremities [MeSH Terms] OR “extremities” [All Fields] OR “extremity” [All Fields]) AND (“tourniquets” [MeSH Terms] OR “tourniquets” [All Fields])). The search was limited to original articles, in humans, published in the English language from 2010 to 2019. The manuscripts included for review had to address reports of civilian TQ use for both traumatic and nontraumatic injuries, indications for use, location of the injury, TQ type, TQ ischemia time, and complications. Military TQ use, studies in the pediatric population, TQ use for orthopedic surgery or elective surgery, junctional TQs, veterinary use, and venomous snakebites TQ use were excluded.

Data extraction focused on extremity TQ type applied (commercial vs. improvised), and time of application, indication for use, site of application, cause of hemorrhage, and mechanism in trauma cases. Additionally, study type and duration, demographic data, and complications were also considered. Study quality was appraised using the Critical Appraisal Skills Programme (CASP) format<sup>9</sup>. Counts from individual reports aggregated using only those papers that contained the data studied, descriptive statistics of specific parameters performed on the combined data. The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses or PRISMA statement followed<sup>10</sup>.

## RESULTS

The original search included 1384 studies, of which 1060 were excluded due to duplication and title screening (Figure 1). Most of the published literature related to TQ use reported results from the military setting. Among the 324 studies selected, 279 were excluded after abstract review due to lack of compliance with inclusion criteria, and 45 chosen for full-text reading. Thirty publications lacked information relevant to the

review, and one was excluded considering it reported date overlapping data for the same center. Finally, fourteen articles published from 2014 to 2019 were selected for full-text analysis and data extraction.

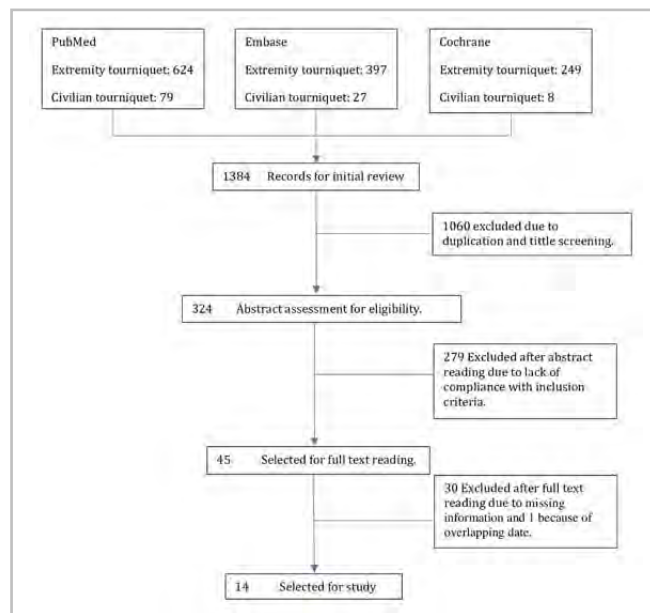


Figure 1. Flow diagram of the systematic review.

All the selected studies were retrospective, eleven extracted data from hospital records, one from the National Emergency Medical Systems (NEMSIS)<sup>11</sup>, and one from records of the Los Angeles Fire Department (LAFD)<sup>12</sup>. Most of the studies collected data over five years<sup>13-21</sup>, thirteen reports were from the United States and one from Canada<sup>15</sup>. Six studies were multi-institutional<sup>14-16,18,22-23</sup>, five single-center<sup>13,17,19-20,24</sup> and two were database registries<sup>11-12</sup>.

All the cases of civilian TQ applications for extremity hemorrhage were extracted. In total, 3912 civilian victims were analyzed, accounting for 3522 TQs placed (Table 1). Age was reported in twelve publications with a mean of 38 years<sup>11-21,23</sup>, gender accounted in eight<sup>11,13-16,19-20,22</sup>, 2434 (79%) males, and 656 (21%) females. The mechanism of injury was described in all the publications<sup>11-23</sup> but with a heterogeneity of categories. Schroll et al. published cases of penetrating trauma exclusively<sup>22</sup>, five studies included solely trauma cases, and nine distinguished extremity hemorrhage due to traumatic and non-traumatic conditions. Among

the commonly reported indications for TQ use were a hemorrhagic shock, suspicion of vascular injury, continued bleeding, and partial or complete traumatic amputations. Among the blunt mechanisms of injury described were extremity trauma due to motor vehicle accidents, open fractures, dog bites, bicycle vs. vehicle, pedestrian vs. vehicle, and crush injuries. Penetrating extremity trauma was mostly gunshot wounds, stabbings, saw, and glass accidents<sup>11-22,24</sup>. Less frequent trauma mechanisms accounted for were blast injuries (explosive

device or industrial accidents)<sup>17,19,23</sup>. Finally, non-trauma related hemorrhage (arterio-venous hemodialysis fistula bleeding, varicose veins, and bleeding abscesses) was categorized as other<sup>12-15,18-19,21,24</sup>. In 1381 cases, the authors specified the site of injury and TQ placement, 680 (56%) in the upper extremity and 531 (44%) in the lower extremity<sup>12-15,17-21</sup>. Most were single site or single extremity injuries, only two studies reported 22 (0.6%) patients that required TQ use in both upper, and lower extremities simultaneously<sup>12,17</sup>.

**Table 1.** Demographics and TQ types and injury site.

	Published	Period	Duration (years)	Study	SD	N	TQ	Age	M	F	TQ -Type	UE	L E	Both
Passos et al. [16]	2014	2001-2010	10	ER	10	190	8	41	162	28	4 Imp 4 NA	NA	NA	NCR
King et al. [23]	2015	2013	1	ER	1	66	27	33	NA	NA	27 Imp	NA	NA	NCR
Zietlow et al. [21]	2015	2009-2014	6	ER	6	77	77	42	NA	NA	74 C 3 Imp	38	38	NCR
Schroll et al. [22]	2015	2010-2013	4	ER	4	197	197	NA	169	28	157 C 40 Imp	N/A	N/A	NCR
Sanko et al. [12]	2015	2014-2015	2	ER	2	81	81	44	NA	NA	NA	65	17	1
Inaba et al. [13]	2015	2007-2014	8	ER	8	87	87	35	79	8	80 C 7 Imp	62	25	NCR
Kue et al. [15]	2015	2005-2012	8	ER	8	98	98	40	82	16	98 Imp	54	44	NCR
Ode et al. [24]	2015	2012-2013	2	ER	2	56	24	NA	NA	NA	19 C 5 Imp	NA	NA	NCR
Leonard et al. [14]	2016	2009-2014	6	ER	6	95	61	40.5	67	28	61 C	49	46	NCR
El Sayed et al. [11]	2017	2011-2014	4	ER	4	2048	2048	44	1561	487	NA	NCE	NCE	NCR

Scerbo et al. [19]	2017	2008-2016	9	ER	9	306	326	33	258	48	301 C 5 Imp	157	147	NCR
Teixeira et al. [18]	2018	2011-2016	6	ER	6	181	181	34	NA	NA	NA	101	80	NCR
Smith et al. [17]	2018	2010-2018	9	ER	9	238	238	35	NA	NA	205 C 33 Imp	124	115	21
McNickle et al. [20]	2019	2013-2017	4	ER	5	192	69	35	56	13	NA	30	19	NCR
Total					5.7	3912	3522	38	2434	656	897 C 222 Imp	680	531	22

Abbreviations: SD - Study period; TQ - tourniquet; M - male; F - female; Age - years; UE - upper extremity; LE - lower extremity; RS - retrospective study; Imp - improvised-TQ; C - commercial-TQ; NA - not available; NCE - not clearly specified; NCR - no case reported.

Ten studies reported the type of TQ applied, 897 (80%) were commercial devices, most windlass Combat Application Tourniquet – CAT (Composite Resources, Rock Hill, SC), and 222 (20%) improvised TQs<sup>13-17,19,21-24</sup>. The improvised devices were frequently blood pressure cuffs, rubber tubing, and home-made devices not specified. The vast majority of the improvised TQs were replaced by commercial windlass TQs by a physician at arrival to the ED, and the duration of TQ use was reported in all but one publication with a mean time of 49 minutes<sup>11,13-23</sup>.

Complications associated with TQ use were

described in eight publications<sup>13-15,17-20,22</sup>, and reported with different classifications between the studies (Table 2). Among the most common were nerve palsy, present in 57 of 533 cases (10.7%), rhabdomyolysis in 17 of 164 (10.6%), and thromboembolic events in 23 of 343 cases (6.1%). Other less frequent complications were acute kidney failure (3.8%), compartment syndrome (3.6%), pulmonary complications (7%), cardiac complications (2.8%), and ischemia-reperfusion injuries (2.8%). In the studied population there was only one amputation related to prolonged TQ use in a victim with an upper extremity gunshot wound and 8 hours of TQ related ischemia<sup>13</sup>.

**Table 2.** Tourniquet time, mechanism of injury and complications.

	TQ-T(min)	Mechanism of injury	Complications
Passos et al. [16]	91	Blunt: 2 Penetrating: 2	NCE
King et al. [23]	24	Blast: 27	NA
Zietlow et al. [21]	19	Blunt: 27 Laceration: 21 Stab: 7 Hemodialysis: 5 Fall: 3 Gunshot: 3 Other: 7	NA

Schroll et al. [22]	48	Penetrating: 111	CS: 17 Infection: 17 NP: 12 IRI: 7
Sanko et al. [12]	NA	Penetrating: 51 Blunt: 9 AVF: 31 Other: 1	NA
Inaba et al. [13]	103	Stab: 45 Blade: 23 Glass: 18 Other: 42	CS: 2 ARF: 2 Bleeding: 1 HF: 1 Shock: 1 TRA: 1
Kue et al. [15]	15 (NCE)	Penetrating or stabbing: 66 Blunt: 7 Medical: 23	NP: 11 VC: 1
Ode et al. [24]	72	Traumatic laceration: 5 MVA: 5 Gunshot: 4 AVF: 4 Open fracture: 4 Stabbing: 2 Machinery injury: 2 Varicose vein: 1	NTRC
Leonard et al. [14]	21	Blunt: 31 Penetrating: 24 FAV: 6	Fasciotomy: 6 Rhabdomyolysis: 2 IRA: 2
El Sayed et al. [11]	41	Stabbing/Accidental cutting: 319 Fall: 269 MVA: 180 Stab: 149 Blunt: 145 Machine accident: 145 Motorcycle accident: 103 Gunshot: 73 Gunshot/Accidental shooting: 45 Pedestrian traffic accident: 39 Bites: 17 Others: 52	NA
Scerbo et al. [19]	21	Blunt: 52 Penetrating: 86	CS: 2
Teixeira et al. [18]	77	Blunt: 81 TxA: 35	Infection: 25 TEE: 13 PC: 13 CC: 5

Smith et al. [17]	23	Penetrating: 176 Gunshot: 54 Knife/saw: 30 Sharp object/glass:41 Animal bite bites: 2  Blunt: 62 MVA: 31 Pedestrian vs. Vehicle: 19 Crush injury: 6 Fall: 2 Bicycle vs vehicle: 2 Blast: 2	NP: 34 Infection:19 CS: 14 ARF: 10 TEE: 8 IRI: 5
McNickle et al. [20]	79	Penetrating: 40 Blunt: 29	Rhabdomyolysis: 15 ARF: 4 CS: 1
Total	Mean time: 49 min.		Rhabdomyolysis: 17/164 (13%) NP: 57/533 (10.7%) Fasciotomy: 6/61 (9.8%) PC: 13/181 (7%) TEE: 21/419 (5%) ARF: 18/455 (4%) CS: 36/917 (3.9%) CC: 5 /181(2.8) IRI: 12/435 (2.8%) Bleeding: 1/87 (1.1%) HF: 1/87 (1%) Shock: 1/87 (1%) TQ-RA: 1/87 (1%)

Abbreviations: TQ-T - tourniquet time; NCE - not clearly specified ; NA - not available; CS - Compartment syndrome; ARF - acute renal failure; HP - hepatic failure; TQ-RA - tourniquet related amputation; VC - vascular complication; IRI - ischemic-reperfusion injurie; TEE - trombo-embolic event; NTRC - no tourniquet related complications; PC - pulmonary complications; CC - cardiac complications; AVF - arteriovenous hemodialysis fistula; MVA - motor vehicle accident; TxA - traumatic amputation; Mangled extremity.

## DISCUSSION

Catastrophic extremity hemorrhage due to trauma in the civilian setting, uncommon until the last two decades, has increased due to active shooter events and terrorist attacks. In 2014 the Texas State University and the FBI reported 160 active shooter events from 2000 to 2013, with 1043 victims killed or wounded<sup>25</sup>. These types of events and increasing threat to civilians has influenced the public's interest in extremity TQs. During the Sandy Hook Elementary School shooting in 2012, 26 people were shot dead by a 20-year-old man, using a semi-automatic carbine. Following this event, a committee of experts assembled by the American

College of Surgeons (ACS), under the leadership of Lenworth Jacobs MD, FACS discussed how to enhance survivability from mass casualty shootings<sup>26-27</sup>. This committee's report known as the Hartford Consensus, emphasized on the THREAT acronym, which stands for T (threat suppression), H (hemorrhage control), RE (rapid extrication), and T (transport to definitive care)<sup>28</sup>, hemorrhage control achieved by local pressure, hemostatic dressings and, if necessary, TQ use. This consensus set the basis for the "Stop the Bleed" campaign, increasing the public awareness of TQs use for extremity life-threatening hemorrhage, advocating point of injury TQ use, and developing a training program for first responders. The purpose was to prepare the young

public to save lives in cases of severe bleeding. We consider this campaign appropriate, seeing that of the 3522 TQs applied, 79% were young males with a mean age of 38 years old. It was also noticeable that those who required TQ placement for non-traumatic bleeding were frequently older patients in comparison with the trauma group.

Our review reveals that the most common cause of hemorrhage requiring TQ application is trauma. Of the studies analyzed, six focused on trauma related TQ use<sup>16-20,23</sup>, one solely described penetrating trauma<sup>17</sup>, and eight considered both trauma and non-trauma related extremity TQ use, the second referred to as non-traumatic or medical. These less frequent causes of TQ application included hemodialysis arterio-venous shunt bleeding, chronic wounds and varicose vein ruptures<sup>11-15,21,23, 24</sup>. The specific type of trauma that required TQ application resulted uncertain due to the diversity in the trauma categorization in the different studies and should be interpreted carefully. Penetrating trauma was the most common type of injury, among which were gunshot wounds, stabbings, saw, and glass accidents. Blunt trauma followed with motor vehicle accidents, open fractures, bicycle vs. vehicle, pedestrian vs. vehicle, and crush injuries are among the reported mechanisms<sup>11-22,24</sup>. Blast injuries, either by explosive devices or industrial accidents, were the lowest trauma mechanism reported<sup>17,19,23</sup>. Likewise, non-trauma related hemorrhage referred to as other categories in the studies was low as well<sup>12-15,18-19,21,24</sup>. The indications for TQ application was not specified in all the studies, among those reported were life-threatening extremity hemorrhage, traumatic limb amputation, mangled extremity, industrial accidents, crush injuries, blast injuries, multiple bleeding sites in a single patient, multiple-victim scenarios, outdoor wilderness accidents with severe extremity hemorrhage, and remote medical assistance<sup>29-30</sup>. Interestingly, only one study defined clearly the absolute indications for TQ use as cases of traumatic amputation or extremity vascular injuries, and relative indications as documented significant blood loss at the scene, major musculoskeletal, or soft tissue injuries<sup>19</sup>. Our findings reflect the lack of uniform guidelines for TQ application in different trauma systems in the U.S., both in urban and rural regions.

In their study of 2017, El Sayed et al. analyzed data from a U.S. national database of 48 states and territories and estimated an incidence of 0.2 TQ applications per 1000 EMS activations<sup>11</sup>. Smith et al. reported a TQ application increase in New Orleans, from 2.2 per 1000 trauma activations in 2010 to 44.9 per 1000 activations in 2018<sup>17</sup>. Our review unveils an increasing trend in TQ use in urban areas (Houston, Los Angeles, New Orleans, Boston, Las Vegas)<sup>11-13,15,17</sup>. However, this trend of prehospital TQ use seems to be mainly in large cities or urban areas with well-developed trauma systems. Perhaps, these findings are not alike in rural settings; this is relevant considering the differences in health resources and transport time. Of the studies analyzed, two mention TQ use in rural areas<sup>11,14</sup>, and only El Sayed et al. considers the relationship between urbanicity and TQ use, reporting a total of 2.048 documented TQ applications in 83,936,070 EMS activations. In their study, 86.4% were in urban or suburban areas and 13.6% in rural areas or the wilderness<sup>11</sup>. The small number of studies considering TQ use in areas with low population density warrant careful interpretation of data regarding TQ use in civilian the setting.

Individual extremity TQ application was the most frequent, obtaining bleeding control with a single device. Only two studies described injuries requiring both upper and lower extremity TQs on the same patient, and these were only 22 (0,6%) of the reported<sup>12,17</sup>. This pattern seems to be usual in civilian settings, different from the military, where multiple extremity injuries on the same victim seem to be more common, requiring more than one device. Our analysis showed that upper extremity was the injured site in 56% of the applications, and lower extremity 44 %, that reveals the importance of upper extremity TQ application training in the civilian educational programs. Although King et al. do not scrutinize the amount of upper or lower extremity affected in his study of the Boston Marathon bombing<sup>23</sup>, we work out from his description that they were mostly lower extremity. The Boston Marathon attack was the first terrorist act in the U.S. that caused multiple lower extremity blast injuries with lower extremity traumatic amputations (LETA); none of the victims had a commercial TQs applied<sup>31</sup>. Instead, 27 improvised TQs were used, most ineffective, and

required replacement by commercial devices at arrival to the ED<sup>23</sup>. Despite the differences of military settings with civilian mass casualty incidents, military experience have proven beyond a doubt that improvised TQs are rarely effective in stopping extremity bleeding unless they follow the principles of a windlass device, and commercially available devices can reduce death rates from exsanguinating extremity injuries, like the ones seen in the Boston event<sup>32-33</sup>. Currently, several commercial TQs are available to civilians, and experimental studies on volunteers and mannequin models have tested their characteristics and ease of application<sup>25,34</sup>. Commercial TQs can be classified based on their mechanism as windlass, ratcheting, pneumatic or elastic TQs. In the studies analyzed, the most common commercial TQ applied was the CAT<sup>13,19,24</sup>, there are no reports in the reviewed studies of commercial ratcheting, pneumatic, or elastic devices. One of the possible explanations for this finding is that the first version 1.0 of the Stop the Bleed course direct attention to the CAT TQ, and the newer version 2.0 released in 2019 includes several commercial TQs, not only windlass but also ratcheting devices<sup>29</sup>. Some of the reviewed studies mention the use of prehospital pneumatic devices and blood pressure cuffs in the field, the emergency department, and in the operating room<sup>13,15-16,24</sup>. Although improvised TQs are considered controversial, and sometimes ineffective, in some cases they can even contribute to blood loss. Despite these facts the results of improvised TQ use are unclear, Schroll et al. reports in his multicenter study, 197 TQs applied, 40 (20.3%) improvised, and none of these had a higher rate of complications, amputations or death when compared with the ones who received a commercial device<sup>22</sup>. The authors consider that bystanders should learn how to improvise a windlass tourniquet when a commercial device are not available. With independence of the device applied, all TQs, commercial or improvised, require continuous practice on regular bases to maintain proficiency and rapid application.

TQ time was not registered uniformly in all the studies. Most of the studies registered time from TQ placement to ED arrival<sup>17,22</sup> one reported duration of TQ use separately from prehospital transportation time<sup>13</sup>, others reported it as mean TQ placement time<sup>15</sup>

or mean tourniquet time<sup>14</sup>. Given this heterogeneity among the studies in TQ induced ischemia was registry, there is a limitation interpreting its relationship with the complications observed. Our study also encountered confusing results when analyzing complications attributable to TQ use. Ode et al. described no complications related TQ application among his 24 patients; Smith et al., in their series of 127 patients comparing TQ group vs. Non-TQ group does not report differences in fasciotomy rates, nerve palsy, deep vein thrombosis, or other complications<sup>17-24</sup>. In contrast, Inaba in his series reports 13 (15%) complications in 87 patients and Kue et al. 2 (2%) complications in 98 patients; in both series, the authors mention that direct attribution to TQ use was not possible due to the nature of the injury<sup>13,15</sup>. Other studies reported higher complication rates, Schroll et al., in a series of 197 patients describes that 64 (32.4%) experienced some type of complication after TQ application; compartment syndrome 17 (3.6%), nerve palsy 12 (6.1%) and ischemia-reperfusion injury 7 (3.6%)<sup>22</sup>. In none of the studies, a relationship was established between the time of ischemia and the incidence of complications. Most of studies that described complications with TQ application didn't rule out the primary injury as the cause. There were no amputations directly related to TQ use, and only Inaba et al. describe a case of an upper extremity amputation due to a shotgun injury to the right elbow with a transected brachial artery referred from another center after 8 hours of TQ application, in this case, the surgical exploration found non-viable muscle in all compartments. Although, in this particular case, TQ resulted in lifesaving, a contributory role in the limb loss due to the prolonged ischemia could not be ruled out<sup>13</sup>. Finally, the present study aims to demonstrate, based on the experience in the use of tourniquets in a military environment, that the knowledge of the indications as well as the complications in patients victims of major extremity bleeding can contribute to the reduction of mortality rates, causing education programs for both health professionals and the lay population, not only in developed countries but also for countries in less favorable socio-economic conditions where access to emergency care tends to be more time consuming, necessary and urgent.



## LIMITATIONS

Recent battlefield experience, mass shooting events, and terrorist attacks influence the expanding use of tourniquets among civilians. Currently, TQs are considered essential first aid equipment for EMS practitioners and first responders in the civilian setting. In cases of extremity hemorrhage in the civilian setting, commercial TQs are more common than improvised

devices. Commercial TQs are the best available option, and only in cases where it's not available, an improvised windlass TQ can be suitable. Of the several devices designed for civilian use, those with mechanical windlass systems are the most commonly applied. More scientific data is in need to support the use of a specific tourniquet over others. Despite the growing use of TQ in the civilian setting in large urban areas in the United States, there is a lack of uniform guidelines for their application.

## R E S U M O

**Introdução:** o uso de torniquete em extremidades (TQ) aumentou no ambiente civil; os resultados benéficos observados nas forças armadas influenciaram a aceitação por equipes de pré-hospitalar (PH) assim como pela população leiga. Esta revisão teve como objetivo analisar os tipos de TQ de extremidades usados em ambiente civil, local da lesão, indicações e complicações. **Métodos:** revisão sistemática foi conduzida com base em artigos originais publicados no PubMed, Embase e Cochrane seguindo as diretrizes do PRISMA de 2010 a 2019. Extração de dados focada no uso de TQ de extremidade para controle de hemorragia em ambiente civil, dados demográficos, tipo de estudo e duração, mecanismo de lesão, indicações de uso, local da lesão, tipo de TQ, tempo de TQ e complicações. **Resultados:** dos 1.384 artigos identificados, 14 foram selecionados para revisão com total de 3.912 vítimas civis com hemorragia nas extremidades e 3.522 colocações de extremidades TQ analisadas. A maioria foi aplicado em pacientes do sexo masculino (79%), com trauma contuso ou penetrante. Entre as indicações estavam choque hemorrágico, suspeita de lesões vasculares, sangramento contínuo e amputações traumáticas parciais ou completas. A aplicação na extremidade superior foi o local de aplicação mais comum (56%), quase todos aplicados a uma única extremidade (99%), e apenas 0,6% requereram aplicações nas extremidades superior e inferior. 80% dos TQs aplicados eram dispositivos comerciais e 20% improvisados. **Conclusões:** o uso de TQ em ambientes civis está associado a traumas. Os TQs comerciais são mais utilizados, com tempo menor que uma hora de uso e poucas complicações.

**Palavras chave:** Hemorragia. Choque Hemorrágico. Traumatismo Múltiplo. Ferimentos e Lesões. extremidades.

## REFERENCES

- Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma*. 2008;64(2 Suppl):S38-49; discussion S49-50.
- Schwartz AM. The historical development of methods of hemostasis. *Surgery*. 1958;44(3):604-10.
- Mabry RL. Tourniquet Use on the Battlefield. *Mil Med*. 2006;171(5):352-6.
- Butler FK. Military history of increasing survival: the U.S. military experience with tourniquets and hemostatic dressings in the Afghanistan and Iraq conflicts. *Bull Am Coll Surg*. 2015;100(Suppl 1):60.
- Husum H, Gilbert M, Wisborg T, Pillgram-Larsen J. Prehospital tourniquets: there should be no controversy. *J Trauma*. 2004;56(1):214-5.
- Pillgram-Larsen J, Mellesmo S. Not a tourniquet, but compressive dressing. Experience from 68 traumatic amputations after injuries from mines *Tidsskr Nor Laegeforen*. 1992;112:2188-90.
- Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, Champion HR, Butler FK, Mabry RL, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg* 2011;146(12):1350-58.
- European Union Terrorism Situation and Trend Report (Te-Sat). European Union Agency for Law Enforcement Cooperation; 2018.
- Critical Appraisal Skills Programme (2018). CASP Cohort Study Checklist. Available from: <http://casp-uk.net/wp-content/uploads/2018/01/CASP>.
- Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015;4(1):1.
- El Sayed MJ, Tamim H, Mailhac A, Mann NC. Trends and Predictors of Limb Tourniquet Use by Civilian Emergency Medical Services in the United States.

- Prehosp Emerg Care. 2017;21(1):54-62.
12. Sanko S, Mindlin D, Eckstein M. 74 Tourniquet use in a civilian out-of-hospital setting: the Los Angeles experience. *Ann Emerg Med.* 2015;66(4):S26.
  13. Inaba K, Siboni S, Resnick S, Zhu J, Wong MD, Haltmeier T, et al. Tourniquet use for civilian extremity trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(2):232-7; quiz 332-3.
  14. Leonard J, Zietlow J, Morris D, Berns K, Eyer S, Martinson K, et al. A multi-institutional study of hemostatic gauze and tourniquets in rural civilian trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;81(3):441-4.
  15. Kue RC, Temin ES, Weiner SG, Gates J, Coleman MH, Fisher J, et al. Tourniquet Use in a Civilian Emergency Medical Services Setting: A Descriptive Analysis of the Boston EMS Experience. *Prehosp Emerg Care.* 2015. 19(3):399-404.
  16. Passos E, Dingley B, Smith A, Engels PT, Ball CG, Faidi S, Nathens A, Tien H; Canadian Trauma Trials Collaborative. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. *Injury.* 2014;45(3):573-7.
  17. Smith AA, Ochoa JE, Wong S, Beatty S, Elder J, Guidry C, et al. Pre-hospital tourniquet use in penetrating extremity trauma: decreased blood transfusions and limb complications. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018 Oct 23. Epub. 2019;86(1):43-51.
  18. Teixeira PGR, Brown CVR, Emigh B, Long M, Foreman M, Eastridge, et al. Civilian prehospital tourniquet use is associated with improved survival in patients with peripheral vascular injury. *J Am Coll Surg.* 2018;225(5):769-76.
  19. Scerbo MH, Holcomb JB, Taub E, Gates K, Love JD, Wade CE, et al. The trauma center is too late: Major limb trauma without a pre-hospital tourniquet has increased death from hemorrhagic shock. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(6):1165-72.
  20. McNickle AG, Fraser DR, Chestovich PJ, Kuhls DA, Fildes JJ. Effect of prehospital tourniquets on resuscitation in extremity arterial trauma. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019;4(1):e000267.
  21. Zietlow JM, Zietlow SP, Morris DS, Berns KS, Jenkins DH. Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care. *J Spec Oper Med.* 2015;15(2):48-53.
  22. Schroll R, Smith A, McSwain NE Jr, Myers J, Rocchi K, Inaba K, et al. A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(1):10-4; discussion 14.
  23. King DR, Larentzakis A, Ramly EP; Boston Trauma Collaborative. Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in translation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78(3):594-9.
  24. Ode G, Studnek J, Seymour R, Bosse MJ, Hsu JR. Emergency tourniquets for civilians: Can military lessons in extremity hemorrhage be translated? *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(4):586-91.
  25. Blair JP, Schweit KW. A study of active shooter incidents, 2000-2013. Washington, DC: Texas State University and Federal Bureau of Investigations, U.S. Department of Justice;2014.
  26. Joint Committee to Create a National Policy to Enhance Survivability from Mass Casualty Shooting Events. Improving survival from active shooter events: The Hartford Consensus. *Bull Am Coll Surg.* 2013;98:14-16.
  27. Joint Committee to Create a National Policy to Enhance Survivability from Intentional Mass Casualty and Active Shooter Events. The Hartford Consensus III: implementation of bleeding control. *Bull Am Coll Surg.* 2015;100:20-6.
  28. Jacobs LM, Wade DS, McSwain NE, Butler FK, Fabbri W, Eastman A, et al. The Hartford Consensus: A call to action for THREAT, a medical disaster preparedness concept. *J Am Coll Surg.* 2014;218(3):467-75.
  29. American College of Surgeons. Bleedingcontrol.org. <http://www.bleedingcontrol.org>
  30. Kragh JF Jr, Dubick MA. Bleeding control with limb tourniquet use in the wilderness setting: review of science. *Wilderness Environ Med.* 2017;28(2S):S25-S32.
  31. Kapur GB, Hutson HR, Davis MA, Rice PL. The United States twenty-year experience with bombing incidents: implications for terrorism preparedness and medical response. *J Trauma.* 2005;59(6):1436-44.
  32. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, Holcomb JB. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma.

- Ann Surg. 2009;249(1):1-7.
33. Kragh JF Jr, Littrel ML, Jones JA, Walters TJ, Baer DG, Wade CE, Holcomb JB. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. J Emerg Med. 2011;41(6):590-7.
34. Hodgetts TJ, Mahoney PF, Russell MQ, Byer M. ABC to < C > ABC: redefining the military trauma paradigm. EMJ 2006; 23:745–46.

Received in: 14/08/2020

Accepted for publication: 28/09/2020

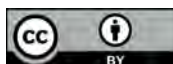
Conflict of interest: no.

Funding source: none.

**Mailing address:**

Carlos Yáñez Benítez

E-mail: carlosyb1@gmail.com



# Uso de torniquete nas hemorragias de extremidades na população civil: revisão sistemática da literatura

## *Tourniquet use for civilian extremity hemorrhage: systematic review of the literature*

CARLOS YÁNEZ BENÍTEZ<sup>1</sup>; PABLO OTTOLINO<sup>2</sup>; BRUNO M PEREIRA, TCBC-SP<sup>3</sup>; DANIEL SOUZA LIMA, ACBC-CE<sup>4</sup>; ANTONIO GUEMES<sup>5</sup>; MANSOOR KHAN<sup>6</sup>; MARCELO AUGUSTO FONTENELLE RIBEIRO JUNIOR, TCBC-SP<sup>7</sup> .

### R E S U M O

**Introdução:** o uso de torniquete em extremidades (TQ) aumentou no ambiente civil; os resultados benéficos observados nas forças armadas influenciaram a aceitação por equipes de pré-hospitalar (PH) assim como pela população leiga. Esta revisão teve como objetivo analisar os tipos de TQ de extremidades usados em ambiente civil, local da lesão, indicações e complicações. **Métodos:** revisão sistemática foi conduzida com base em artigos originais publicados no PubMed, Embase e Cochrane seguindo as diretrizes do PRISMA de 2010 a 2019. Extração de dados focada no uso de TQ de extremidade para controle de hemorragia em ambiente civil, dados demográficos, tipo de estudo e duração, mecanismo de lesão, indicações de uso, local da lesão, tipo de TQ, tempo de TQ e complicações. **Resultados:** dos 1.384 artigos identificados, 14 foram selecionados para revisão com total de 3.912 vítimas civis com hemorragia nas extremidades e 3.522 colocações de extremidades TQ analisadas. A maioria foi aplicado em pacientes do sexo masculino (79%), com trauma contuso ou penetrante. Entre as indicações estavam choque hemorrágico, suspeita de lesões vasculares, sangramento contínuo e amputações traumáticas parciais ou completas. A aplicação na extremidade superior foi o local de aplicação mais comum (56%), quase todos aplicados a uma única extremidade (99%), e apenas 0,6% requereram aplicações nas extremidades superior e inferior. 80% dos TQs aplicados eram dispositivos comerciais e 20% improvisados. **Conclusões:** o uso de TQ em ambientes civis está associado a traumas. Os TQs comerciais são mais utilizados, com tempo menor que uma hora de uso e poucas complicações.

**Palavras chave:** Hemorragia. Choque Hemorrágico. Traumatismo Múltiplo. Ferimentos e Lesões. extremidades.

### INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje ainda existem controvérsias e mitos preconcebidos em torno do uso de TQs para hemorragias de extremidades e a evolução do ambiente militar para o civil<sup>1</sup>. O primeiro uso documentado de TQ militar foi em 1674 por Etienne J. Morel<sup>2</sup>, sendo que, quase 200 anos depois, em 1864, Joseph Lister descreveu o uso civil para obter campo cirúrgico adequado com menos sangramento<sup>3</sup>. Durante séculos, os TQs foram considerados úteis para hemorragia de extremidades, mas também perigosos, principalmente quando usados por longos períodos em ambientes pré-hospitalares<sup>4-6</sup>. Publicações militares recentes comprovaram que o uso de TQ é eficaz para hemorragia de extremidades, promovendo redução da mortalidade quando aplicados

no local da lesão<sup>1,7</sup>. Essas descobertas, junto com a crescente ameaça a civis decorrentes de tiroteios aleatórios em massa e ataques terroristas na América do Norte e na Europa<sup>8</sup>, gerou interesse crescente quanto ao uso de TQs por parte do público, agentes da lei e equipes de atendimento pré-hospitalar (PH). Com o aumento do uso do TQ por civis, há também aumento das preocupações com a segurança e complicações do TQ. Embora existam muitos relatórios de ambientes militares, os relatos para aplicação de TQ em ambiente civil não são suficientes e não parecem ser universalmente aceitos. A maior parte da experiência relatada no cenário civil concentra-se em grandes áreas urbanas nos EUA; entretanto, as indicações de uso e o risco de complicações não estão claramente definidos. Esta revisão sistemática tem como objetivo analisar dados demográficos e experiência do uso de

1 - Royo Villanova Hospital, SALUD, General, GI and Acute Care Surgery Department - Zaragoza - Zaragoza - Espanha 2 - Dr. Sótero del Rio Hospital, Trauma and Emergency Surgery Department - Santiago - Santiago - Chile 3 - Universidade de Vassouras, Pró reitoria de Pesquisa e Pós Graduação - Vas-souras - RJ - Brasil 4 - Dr. José Frota Institute, Trauma and Emergency Surgery Department - Fortaleza - CE - Brasil 5 - Lozano Blesa University Hospital, GI, Breast and Acute Care Surgery Department - Zaragoza - Zaragoza - Espanha 6 - Brighton - Sussex University Hospital NHS Trust, Esophagogastric and Trauma Surgery Department - Brighton - Brighton - Reino Unido 7 - Catholic University of São Paulo PUCSP-Sorocaba, Discipline of General and Trauma Surgery - São Paulo - SP - Brasil

TQ para hemorragia de extremidades no ambiente civil, descrevendo o mecanismo e o local da lesão, as indicações para aplicação, tipo de TQ aplicado e tempo de isquemia induzida, bem como complicações associadas ao seu uso.

## MÉTODO

Pesquisa da literatura de língua inglesa nas bases de dados PubMed / MEDLINE, Embase e Cochrane Review, usando a seguinte consulta (civil [All Fields] AND ("tourniquets" [MeSH Terms]) e ("extremities [MeSH Terms] OR" extremities "[All Fields] OR" extremity "[All Fields]) AND (" tourniquets "[MeSH Terms] OR" tourniquets "[All Fields])) foi realizada pelos autores (CY, MR). A pesquisa foi limitada a artigos originais, em humanos, publicados em inglês entre 2010 e 2019. Os trabalhos incluídos para revisão abordaram o uso de TQ na população civil para lesões traumáticas e não traumáticas, indicações de uso, localização da lesão, tipo de TQ, tempo de isquemia TQ e complicações. Foram excluídos estudos com o uso militar de TQs, estudos na população pediátrica, o uso de TQ para cirurgia ortopédica ou cirurgia eletiva, TQs juncionais, uso veterinário e o uso de TQ para picadas de cobra venenosas.

Os dados foram extraídos com foco no tipo de TQ de extremidade aplicado (comercial vs. improvisado) e tempo de aplicação, indicação de uso, local de aplicação, causa da hemorragia e mecanismo em casos de trauma. Além disso, o tipo e a duração do estudo, os dados demográficos e as complicações também foram considerados. A qualidade do estudo foi avaliada usando-se o formato Critical Appraisal Skills Program (CASP)<sup>9</sup>. Os estudos foram agrupados sendo utilizados apenas os trabalhos que continham os dados avaliados e estatísticas descritivas de parâmetros específicos, sendo esses então combinados. Seguiram-se os parâmetros para revisões sistemáticas e meta-análises de acordo com o descrito pela metodologia PRISMA<sup>10</sup>.

## RESULTADOS

A busca original incluiu 1.384 estudos, dos quais 1.060 foram excluídos devido à duplicação e triagem do título (Figura 1). A maior parte da literatura publicada relacionada ao uso de TQ reportava sobre os resultados em

ambiente militar. Entre os 324 estudos selecionados, 279 foram excluídos após a revisão dos resumos por falta de conformidade com os critérios de inclusão e 45 escolhidos para a leitura completa do texto. Trinta publicações não continham informações relevantes para a revisão, e uma foi excluída por apresentar dados sobrepostos de mesmo centro. Por fim, quatorze artigos publicados de 2014 a 2019 foram selecionados para análise de texto completo e extração de dados.

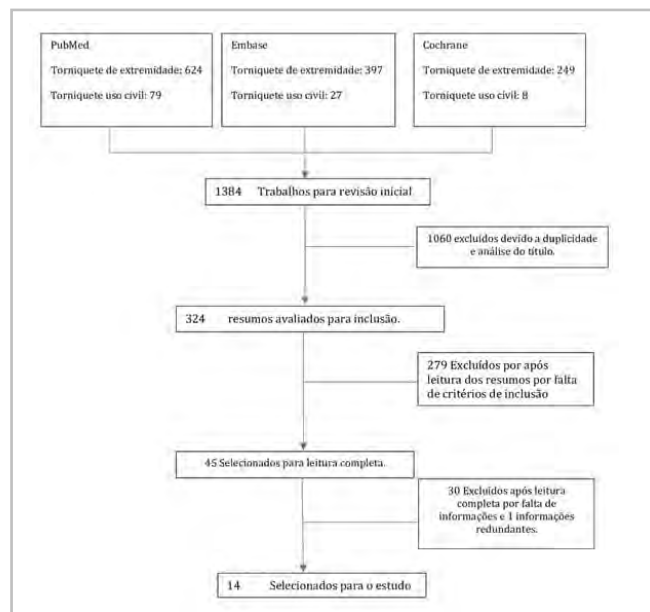


Figura 1. Diagrama de fluxo da revisão sistemática.

Todos os estudos selecionados foram retrospectivos, onze realizaram a extração de dados a partir de prontuários hospitalares, um do National Emergency Medical Systems (Serviço Nacional de Emergências Médicas)(NEMSIS)<sup>11</sup> e um dos prontuários do Corpo de Bombeiros de Los Angeles (LAFD)<sup>12</sup>. A maioria dos estudos coletou dados ao longo de cinco anos<sup>13-21</sup>, treze dos quais foram dos Estados Unidos e um do Canadá<sup>15</sup>. Seis estudos eram multi-institucionais<sup>14-16,18,22-23</sup>, cinco de centros individuais<sup>13,17,19-20,24</sup> e dois eram registros de banco de dados<sup>11-12</sup>.

Todos os casos de utilização de TQ em âmbito civil para controle de hemorragia de extremidades foram extraídos. No total, 3.912 vítimas civis foram analisadas, respondendo por 3.522 TQs colocados (Tabela 1). A idade foi relatada em doze publicações com média de 38 anos<sup>11-21,23</sup>, oito trabalhos faziam menção ao sexo<sup>11,13-16,19-20,22</sup>, 2.434 pacientes (79%) do sexo masculino, e 656 (21%) mulheres. O mecanismo

de lesão foi descrito em todas as publicações<sup>11-23</sup>, mas com heterogeneidade de categorias. Schroll et al. publicaram exclusivamente casos de trauma penetrante<sup>22</sup>, cinco estudos incluíram apenas casos de trauma e nove separaram os casos de hemorragia de extremidade decorrentes de trauma e ocorrências não traumáticas. Entre as indicações comumente relatadas para o uso de TQ estão choque hemorrágico, suspeita de lesão vascular, sangramento contínuo e amputações traumáticas parciais ou completas. Entre os mecanismos contusos de lesão descritos estão trauma de extremidade devido a acidentes com veículos motorizados, fraturas expostas, mordidas de cachorro, bicicleta vs. veículo, pedestre vs. veículo e lesões por esmagamento. Os ferimentos por arma de fogo representaram o principal

mecanismo de trauma penetrante, seguido por lesões por serra e acidentes com vidro<sup>11-22,24</sup>. Os mecanismos de trauma menos frequentes foram lesões por explosão (dispositivo explosivo ou acidentes industriais)<sup>17,19,23</sup>. Finalmente, a hemorragia não relacionada ao trauma (sangramento de fistula arteriovenosa para hemodiálise, veias varicosas e abscessos com sangramento) foram categorizadas como outras<sup>12-15,18-19,21,24</sup>. Em 1.381 casos, os autores especificaram o local da lesão e a colocação de TQ, 680 (56%) na extremidade superior e 531 (44%) na extremidade inferior<sup>12-15,17-21</sup>. A maioria eram lesões em único local ou em única extremidade, apenas dois estudos relataram 22 (0,6%) pacientes que necessitaram do uso de TQ em extremidades superiores e inferiores simultaneamente<sup>12,17</sup>.

**Tabela 1.** Perfil dos pacientes (n=114).

	Data publicação	Período	Duração (anos)	Tipo de estudo	TE	N	TQ	Idade	Masc	Fem	TQ -Tipo	MMSS	MMII	Ambos
Passos et al. [16]	2014	2001-2010	10	ER	10	190	8	41	162	28	4 Imp 4 ND	ND	ND	SCR
King et al. [23]	2015	2013	1	ER	1	66	27	33	ND	ND	27 Imp	ND	ND	SCR
Zietlow et al. [21]	2015	2009-2014	6	ER	6	77	77	42	ND	ND	74 C 3 Imp	38	38	SCR
Schroll et al. [22]	2015	2010-2013	4	ER	4	197	197	ND	169	28	157 C 40 Imp	ND	ND	SCR
Sanko et al. [12]	2015	2014-2015	2	ER	2	81	81	44	ND	ND	ND	65	17	1
Inaba et al. [13]	2015	2007-2014	8	ER	8	87	87	35	79	8	80 C 7 Imp	62	25	SCR
Kue et al. [15]	2015	2005-2012	8	ER	8	98	98	40	82	16	98 Imp	54	44	SCR
Ode et al. [24]	2015	2012-2013	2	ER	2	56	24	ND	ND	ND	19 C 5 Imp	ND	ND	SCR
Leonard et al. [14]	2016	2009-2014	6	ER	6	95	61	40.5	67	28	61 C	49	46	SCR
El Sayed et al. [11]	2017	2011-2014	4	ER	4	2048	2048	44	1561	487	ND	NCE	NCE	SCR

Scerbo et al. [19]	2017	2008-2016	9	ER	9	306	326	33	258	48	301 C 5 Imp	157	147	SCR
Teixeira et al. [18]	2018	2011-2016	6	ER	6	181	181	34	ND	ND	ND	101	80	SCR
Smith et al. [17]	2018	2010-2018	9	ER	9	238	238	35	ND	ND	205 C 33 Imp	124	115	21
McNickle et al. [20]	2019	2013-2017	4	ER	5	192	69	35	56	13	NA	30	19	SCR
Total					5.7	3912	3522	38	2434	656	897 C 222 Imp	680	531	22

Abreviações: TE - Tempo de estudo; TQ - tourniquete; M - masculino; F - feminino; Idade - anos; MMSS - Membro superior; MMII - Membro inferior; TS - tipo estudo; ER - Estudo retrospectivo; Imp - TQ-improvisado; C - TQ - comercial ND - não disponível; NCE - não claramente especificado; SCR - sem casos reportados.

Dez estudos relataram o tipo de TQ aplicado, 897 (80%) eram dispositivos comerciais, a maioria windlass Combat Application Tourniquet - CAT (Composite Resources, Rock Hill, SC), e 222 (20%) TQs improvisados<sup>13-17,19,21-24</sup>. Os dispositivos improvisados frequentemente foram representados pelo manguito usado no aparelho para medida de pressão arterial, tubos de borracha e dispositivos caseiros não especificados. A grande maioria dos TQs improvisados foram substituídos por TQs comercial por um médico na chegada à sala de emergência, e a duração do uso de TQ foi relatada em todas as publicações, exceto uma, com tempo médio de 49 minutos<sup>11,13-23</sup>.

As complicações associadas ao uso de TQ foram

descritas em oito publicações<sup>13-15,17-20,22</sup>, e relatadas com diferentes classificações entre os estudos (Tabela 2). Entre as mais comuns estavam a paralisia de nervos, presente em 57 de 533 casos (10,7%), rabdomiólise em 17 de 164 (10,6%) e eventos tromboembólicos em 23 de 343 casos (6,1%). Outras complicações menos frequentes foram insuficiência renal aguda (3,8%), síndrome compartimental (3,6%), complicações pulmonares (7%), complicações cardíacas (2,8%) e lesões de isquemia-reperusão (2,8%). Na população estudada, houve apenas uma amputação relacionada ao uso prolongado de TQ em vítima com ferimento por arma de fogo no membro superior com oito horas de isquemia relacionada ao TQ<sup>13</sup>.

**Tabela 2.** Tempo de uso do torniquete, mecanismo de lesão e complicações.

	TQ-T(min)	Mecanismo de lesão	Complicações
Passos et al. [16]	91	Fechado: 2 Penetrante: 2	NCE
King et al. [23]	24	Explosão: 27	ND
Zietlow et al. [21]	19	Fechado: 27 Laceração: 21 Arma branca: 7 Hemodiálise: 5 Queda: 3 Arma de fogo: 3 Outros: 7	ND
Schroll et al. [22]	48	Penetrante: 111	SC: 17 Infecção: 17 NP: 12 LIR: 7

Sanko et al. [12]	NA	Penetrante: 51 Fechado: 9 FAV: 31 Outros: 1	ND
Inaba et al. [13]	103	Arma branca: 45 Lâmina: 23 Vidro: 18 Outros: 42	SC: 2 IRA: 2 Sangramento: 1 FH: 1 Choque: 1 TRA: 1
Kue et al. [15]	15 (NCE)	Penetrante ou Arma branca: 66 Fechado: 7 Outras: 23	NP: 11 CV: 1
Ode et al. [24]	72	Lacerações traumáticas: 5 AVM: 5 Ferimento arma de fogo: 4 FAV: 4 Fratura aberta: 4 Arma branca: 2 Ferimentos com máquinas: 2 Veias varicosas: 1	CNRT
Leonard et al. [14]	21	Fechado: 31 Penetrante: 24 FAV: 6	Fasciotomia: 6 Rabdomiólise: 2 IRA: 2
El Sayed et al. [11]	41	Arma branca acidental: 319 Quedas: 269 AVM: 180 Arma branca: 149 Fechado: 145 Acidentes com máquinas: 145 Acidentes com moto: 103 Arma de fogo: 73 Arma de fogo acidental: 45 Acidentes de tráfego com pedestres: 39 Mordidas: 17 Outras: 52	ND
Scerbo et al. [19]	21	Fechado: 52 Penetrante: 86	SC: 2
Teixeira et al. [18]	77	Fechado: 81 ATx: 35	Infecção: 25 ETE: 13 CP: 13 CC: 5
Smith et al. [17]	23	Penetrante: 176 Arma de fogo: 54 Facas: 30 Objetos cortantes/vidro: 41 Mordida de animais: 2 Fechado: 62 AVM: 31 Pedestre vs veículo: 19 Lesão por esmagamento: 6 Quedas: 2 Bicicleta vs veículo: 2 Explosão: 2	NP: 34 Infecção: 19 SC: 14 IRA: 10 ETE: 8 LIR: 5
McNickle et al. [20]	79	Penetrante: 40 Fechado: 29	Rabdomiólise: 15 IRA: 4 SC: 1



Total	Tempo médio: 49 min.	Rabdomiólise: 17/164 (13%) NP: 57/533 (10,7%) Fasciotomia: 6/61 (9,8%) CP: 13/181 (7%) ETE: 21/419 (5%) IRA: 18/455 (4%) SC: 36/917 (3,9%) CC: 5 /181(2,8) LIR: 12/435 (2,8%) Sangramento: 1/87 (1,1%) FH: 1/87 (1%) Choque: 1/87 (1%) AR-TQ: 1/87 (1%)
-------	-------------------------	--

Abreviações: TQ-T - tempo de torniquete; NCE - não claramente especificado ; ND - não disponível; SC - Síndrome compartimental; IRA - insuficiência renal aguda; FH - falência hepática; AR-TQ - amputação relacionada ao torniquete; CV - complicação vascular; LIR - lesão de isquemia e reperfusão; ETE - evento trombo-embólico; CNRT - complicações não relacionadas ao torniquete; CP - complicações pulmonares; CC - complicações cardíacas; FAV - fistula arteriovenosa para diálise; AVM - acidente veículo motorizado; ATx - amputação traumática; deslucamento de extremidade.

## DISCUSSÃO

As hemorragias graves de extremidades devido a trauma em ambiente civil, incomum até às últimas duas décadas, aumentou devido a eventos envolvendo atiradores em locais públicos e ataques terroristas. Em 2014, a Texas State University e o FBI relataram 160 eventos de atiradores ativos de 2000 a 2013, com 1.043 vítimas mortas ou feridas<sup>25</sup>. Esses tipos de eventos e as crescentes ameaças aos civis influenciaram o interesse do público quanto ao uso de TQs de extremidades. Durante o tiroteio na Escola Primária Sandy Hook em 2012, 26 pessoas foram mortas por homem de 20 anos, usando carabina semiautomática. Após este evento, comitê de especialistas reunido pelo American College of Surgeons (ACS), sob a liderança de Lenworth Jacobs, discutiu como aumentar a capacidade de sobrevivência em tiroteios em massa<sup>26-27</sup>. Este relatório do comitê conhecido como Consenso de Hartford, enfatizado na sigla THREAT, que significa T (supressão de ameaça), H (controle de hemorragia), RE (liberação rápida) e T (transporte para tratamento definitivo)<sup>28</sup>, controle de hemorragia obtida por pressão local, curativos hemostáticos e, se necessário, uso de TQ. Esse consenso estabeleceu a base para a campanha "Stop the Bleed", aumentando a conscientização pública sobre o uso de TQs para hemorragias com risco de morte decorrente de lesões de extremidades, defendendo o uso de TQ em tais lesões e desenvolvendo programa de treinamento para

socorristas. O objetivo era preparar o público jovem para salvar vidas em casos de sangramento intenso. Baseado nos dados obtidos no presente estudo consideramos esta campanha adequada, visto que dos 3.522 TQs aplicados, 79% eram jovens do sexo masculino com média de idade de 38 anos. Também foi perceptível que aqueles que necessitaram de colocação de TQ para sangramento não traumático eram frequentemente pacientes mais idosos em comparação com o grupo de trauma.

O presente estudo demonstra que a causa mais comum de hemorragia que requer aplicação de QT é decorrente do trauma. Dos estudos analisados, seis destacaram o uso de TQ relacionado ao trauma<sup>16-20,23</sup>, um descreveu exclusivamente em trauma penetrante<sup>17</sup> e oito consideraram o uso de TQ de extremidade relacionado a trauma e não trauma, o segundo referido como não traumático ou médico. Essas causas menos frequentes de aplicação de TQ incluíram sangramento de shunt arteriovenoso para hemodiálise, feridas crônicas e rupturas de veias varicosas<sup>11-15,21,23-24</sup>. Baseados nos dados, o tipo específico de trauma que exigiu a aplicação de TQ não pode ser categorizado haja visto que observou-se grande diversidade na categorização dos tipos de trauma nos diferentes estudos e, com isto, os dados devem ser interpretados com cuidado. Trauma penetrante foi o tipo de lesão mais comum, entre os quais ferimentos por arma de fogo, facadas, serras e acidentes com vidro. Trauma contuso seguido de acidentes com veículos motorizados, fraturas expostas, bicicleta vs.

veículo, pedestre vs. veículo e lesões por esmagamento estão entre os mecanismos relatados<sup>11-22,24</sup>. Lesões por explosão, seja por dispositivos explosivos ou acidentes industriais, foram o mecanismo de trauma de menor prevalência na amostra<sup>17,19,23</sup>. Da mesma forma, a hemorragia não relacionada ao trauma referida como outras categorias nos estudos também apresentou baixa incidência<sup>12-15,18-19,21,24</sup>. As indicações para aplicação de TQ não foram especificadas em todos os estudos. Entre os relatados foram observadas hemorragia de extremidade com risco de morte, amputação traumática de membro, mutilação de extremidade, acidentes industriais, lesões por esmagamento, lesões por explosão, múltiplos locais de sangramento em um único paciente, cenários com múltiplas vítimas, acidentes selvagens ao ar livre com hemorragia grave nas extremidades e assistência médica em vítimas com hemorragia, em áreas remotas<sup>29-30</sup>. Curiosamente, apenas um estudo definiu claramente as indicações absolutas para o uso de TQ como casos de amputação traumática ou lesões vasculares de extremidades, e as indicações relativas como perda significativa de sangue documentada no local, grandes lesões musculoesqueléticas ou de tecidos moles<sup>19</sup>. Nossos resultados refletem a falta de diretrizes uniformes para a aplicação de TQ em diferentes sistemas de trauma nos EUA, tanto em regiões urbanas quanto rurais.

El Sayed et al. analisaram em estudo publicado em 2017, os dados de banco de dados nacional dos Estados Unidos de 48 estados e territórios e, estimaram incidência de 0,2 aplicações TQ por 1.000 ativações PH<sup>11</sup>. Smith et al. relataram aumento da aplicação de TQ em Nova Orleans, de 2,2 por 1.000 ativações de trauma em 2010, para 44,9 por 1.000 ativações em 2018<sup>17</sup>. Nossa revisão revelou tendência crescente do uso de TQ em áreas urbanas (Houston, Los Angeles, Nova Orleans, Boston, Las Vegas)<sup>11-13,15,17</sup>. No entanto, essa tendência de uso de TQ pré-hospitalar parece se dar principalmente em grandes cidades ou áreas urbanas com sistemas de trauma bem desenvolvidos. Talvez estes achados não sejam semelhantes em ambientes rurais; fato este relevante, considerando-se as diferenças dos recursos de saúde e do tempo de transporte. Dos estudos analisados, dois mencionam o uso de TQ em áreas rurais<sup>11,14</sup>, e apenas El Sayed et al. consideram a relação entre os atendimentos urbanos e o uso de TQ, relatando total

de 2.048 aplicações TQ documentadas em 83.936.070 ativações do serviço PH. Os autores reportam que 86,4% ocorreram em áreas urbanas ou suburbanas e 13,6% em áreas rurais ou selvagens<sup>11</sup>. O pequeno número de estudos considerando o uso de TQ em áreas com baixa densidade populacional garante interpretação cuidadosa dos dados a respeito do uso de TQ em ambientes civis.

A aplicação individual de TQ em uma extremidade foi a mais frequente, obtendo-se o controle do sangramento com um único dispositivo. Apenas dois estudos descreveram lesões exigindo TQs de membros superiores e inferiores no mesmo paciente, e estes foram apenas 22 (0,6%) do total de casos<sup>12,17</sup>. Esse padrão parece ser comum em ambientes civis, diferente do militar, em que vários ferimentos nas extremidades da mesma vítima ocorrem com maior frequência, exigindo mais de um dispositivo. Nossa análise mostrou que a extremidade superior foi o local acometido em 56% das aplicações e a extremidade inferior em 44%, o que revela a importância do treinamento de aplicação de TQ na extremidade superior, nos programas educacionais civis. Embora King et al. não tenham reportado a incidência de lesões de extremidades superiores ou inferiores afetadas sobre o bombardeio da Maratona de Boston<sup>23</sup>, foi observado, conforme a descrição do estudo que as lesões ocorreram predominantemente nas extremidades inferiores. O ataque da Maratona de Boston foi o primeiro ato terrorista nos EUA que causou múltiplas lesões por explosão em membros inferiores com amputações traumáticas das mesmas; nenhuma das vítimas teve TQ comercial aplicado<sup>31</sup>. Em vez disso, 27 TQs improvisados foram usados, a maioria ineficazes, e precisaram ser substituídos por dispositivos comerciais à chegada ao setor de emergência<sup>23</sup>. Apesar das diferenças dos locais onde ocorrem as lesões de natureza militar com incidentes civis em massa, a experiência militar provou sem sombra de dúvida que os TQs improvisados raramente são eficazes para parar o sangramento nas extremidades, a menos que sigam os princípios de um dispositivo com gancho, sendo que os dispositivos disponíveis comercialmente podem reduzir as taxas de mortalidade por lesões exsanguinantes de extremidades, como as do evento de Boston<sup>32-33</sup>. Atualmente, vários TQs comerciais estão disponíveis para civis, e estudos experimentais em voluntários e modelos de manequim

testaram as características e a facilidade de aplicação<sup>25,34</sup>. Os TQs comerciais podem ser classificados com base no mecanismo como TQs de molinete, catraca, pneumático ou elástico. Nos estudos analisados, o TQ comercial mais comum aplicado foi o CAT<sup>13,19,24</sup>, não havendo relatos de dispositivos comerciais de catraca, pneumáticos ou elásticos. Uma das possíveis explicações para esse achado é que a primeira versão do curso Stop the Bleed 1.0, direciona a atenção para o CAT TQ, e a versão 2.0, mais recente, lançada em 2019, inclui vários TQs comerciais, não apenas molinetes, mas também dispositivos de catraca<sup>29</sup>. Alguns dos estudos revisados mencionam o uso de dispositivos pneumáticos pré-hospitalares e manguitos de pressão arterial na cena do acidente, no departamento de emergência e na sala de cirurgia<sup>13,15-16,24</sup>. Embora os TQs improvisados sejam considerados controversos e, às vezes, ineficazes, em alguns casos, podem até contribuir para a perda de sangue. Apesar desses fatos, os resultados do uso de TQ improvisado não são claros, Schroll et al. apresentam, em estudo multicêntrico, 197 TQs, sendo 40 (20,3%) improvisados, e nenhum foi associado com maior índice de complicações, amputações ou óbito quando comparados aos doentes que receberam dispositivo comercial<sup>22</sup>. Os autores consideram que as pessoas devam aprender a improvisar um torniquete de molinete quando dispositivo comercial não estiver disponível. Independente do dispositivo aplicado, todos os TQs, comerciais ou improvisados, exigem prática contínua, em bases regulares, para manter a proficiência e a aplicação rápida.

O tempo de TQ não foi registrado de maneira uniforme em todos os estudos. A maioria dos estudos registrou o tempo desde a colocação do TQ até a chegada ao serviço de emergência<sup>17,22</sup>, apenas em um estudo houve relato da duração do uso do TQ separadamente do tempo de transporte pré-hospitalar<sup>13</sup>, outros relataram como tempo médio de colocação do TQ<sup>15</sup> ou tempo médio de permanência do torniquete<sup>14</sup>. Dada a heterogeneidade entre os estudos em que foi registrada a isquemia induzida por TQ, há uma limitação na interpretação de sua relação com as complicações observadas. Nosso estudo também encontrou resultados confusos ao analisar complicações atribuíveis ao uso de TQ. Ode et al. não descreveram complicações relacionadas à aplicação de TQ entre seus 24 pacientes, enquanto Smith et al., em sua série de 127

pacientes comparando o grupo TQ com o grupo não-TQ, não relataram diferenças nas taxas de fasciotomia, paralisia de nervos, trombose venosa profunda ou outras complicações<sup>17-24</sup>.

Em contraste, Inaba em sua série relata 13 (15%) complicações em 87 pacientes e Kue et al. 2 (2%) complicações em 98 pacientes; em ambas as séries, os autores mencionam que a atribuição direta ao uso de TQ não foi possível devido à natureza das lesões<sup>13,15</sup>. Outros estudos relataram taxas de complicações mais altas, Schroll et al., em uma série de 197 pacientes, reportaram 64 (32,4%) pacientes que apresentaram algum tipo de complicação após a aplicação de TQ como síndrome compartimental 17 (3,6%), paralisia de nervos 12 (6,1%) e lesão de isquemia-reperusão 7 (3,6%)<sup>22</sup>. Em nenhum dos estudos foi estabelecida relação entre o tempo de isquemia e a incidência de complicações. A maioria dos estudos que descreveram complicações com a aplicação de TQ não descartou a lesão primária como a causa. Não houve amputações diretamente relacionadas ao uso de TQ, sendo que, apenas Inaba et al. descrevem um caso de amputação de membro superior por arma de fogo no cotovelo direito com artéria braquial seccionada encaminhada de outro centro após 8 horas da aplicação da TQ, neste caso, a exploração cirúrgica encontrou músculo inviável em todos os compartimentos. Embora, neste caso particular, o TQ resulte em salvamento, um papel contributivo na perda do membro devido à isquemia prolongada não pode ser descartado<sup>13</sup>.

Por fim, o presente estudo visa demonstrar com base na experiência no uso de torniquetes em ambiente militar, que o conhecimento das indicações assim como das complicações em pacientes vítimas de grandes sangramentos de extremidade pode contribuir com a redução das taxas de mortalidade, fazendo com que programas de educação tanto para profissionais da saúde como para população leiga, não só em países desenvolvidos como também para países em condições sócio econômicas menos favoráveis onde o acesso ao cuidado emergencial tende a ser mais moroso, seja necessário e urgente afim de difundir tais conhecimentos.

O tempo de utilização do TQ não foi registrado uniformemente em todos os estudos. A maioria dos estudos registrou o tempo desde a colocação do TQ até à chegada na emergência<sup>17,22</sup>, um relatou a duração

do uso do TQ separadamente do tempo de transporte pré-hospitalar<sup>13</sup>, outros relataram como tempo médio de colocação do TQ<sup>15</sup> ou tempo médio do torniquete<sup>14</sup>. Dada essa heterogeneidade entre os estudos em que foi registrada a isquemia induzida pelo uso do TQ, há limitação na interpretação da relação com as complicações observadas. Neste trabalho, pudemos observar resultados confusos ao analisar complicações atribuíveis ao uso de TQ. Ode *et al.* não descreveram complicações relacionadas à aplicação de TQ entre seus 24 pacientes; Smith *et al.*, em série de 127 pacientes comparando o grupo TQ com o grupo não-TQ, não relataram diferenças nas taxas de fasciotomia, paralisia de nervos, trombose venosa profunda ou outras complicações<sup>17-24</sup>. Em contraste, Inaba relata 13 (15%) complicações em 87 pacientes e Kue *et al.* 2 (2%) descrevem complicações em 98 pacientes; em ambas as séries, os autores mencionam que a atribuição direta ao uso de TQ não foi possível devido à natureza da lesão<sup>13,15</sup>. Outros autores relataram taxas de complicações mais altas. Schroll *et al.*, analisando 197 pacientes, descrevem que 64 (32,4%) tiveram algum tipo de complicação após a aplicação de TQ; dentre essas a síndrome compartimental em 17 (3,6%), paralisia de nervo em 12 (6,1%) e lesão de isquemia-reperfusão em 7 (3,6%)<sup>22</sup>. Em nenhum dos estudos foi estabelecida relação entre o tempo de isquemia e a incidência de complicações. A maioria dos autores que descreveram complicações com a aplicação de TQ não descartou a lesão primária como a causa. Não houve amputações diretamente relacionadas ao uso de TQ, sendo que, apenas Inaba *et al.* descrevem um caso de amputação de membro superior, secundária a lesão por arma de fogo no cotovelo direito com artéria braquial seccionada, de paciente encaminhado de outro centro após oito horas da aplicação da TQ. Neste caso, a exploração cirúrgica encontrou músculo inviável em todos os compartimentos. Embora, neste caso particular, o TQ resulte em salvamento, papel contributivo na perda do membro devido à isquemia prolongada não pode ser descartado<sup>13</sup>.

Por fim, o presente estudo visa demonstrar com base na experiência no uso de torniquetes em ambiente militar, que o conhecimento das informações assim como as complicações em pacientes vítimas de grandes sangramentos de extremidade pode contribuir

com a redução das taxas de mortalidade. De sorte que programas de educação tanto para profissionais da saúde como para população leiga, não só em países desenvolvidos como também para países em condições de saúde menos favoráveis onde o acesso ao cuidado emergencial tende a ser mais moroso, é necessário e urgente a fim de difundir a todos tais conhecimentos.

## LIMITAÇÕES

Esta revisão é baseada em dados extraídos de estudos retrospectivos com baixo nível de evidência. Em primeiro lugar, há limitação geográfica dos dados, 13 dos estudos eram dos EUA e um do Canadá, sem que nenhum estudo europeu ou asiático tenha sido identificado. Em segundo lugar, a maioria dos estudos foi limitada a grandes áreas urbanas e, apenas dois mencionaram o uso de TQ em regiões rurais, de modo que os resultados parecem estar mais relacionados ao uso de TQ em grandes áreas urbanas. Devido ao relato inconsistente e à grande variedade de categorias utilizadas para algumas das variáveis estudadas, conclusões definitivas são difíceis de se obter, principalmente no que diz respeito ao mecanismo de lesão e às complicações observadas.

## CONCLUSÕES

A experiência recente nos campos de batalha, tiroteios com múltiplas vítimas e ataques terroristas influenciam a expansão do uso de torniquetes entre os civis. Atualmente, os TQs são considerados equipamentos essenciais de primeiros socorros para os profissionais do PH e socorristas em ambientes civis. Em casos de hemorragia de extremidades em ambientes civis, os TQs comerciais são mais comuns do que os dispositivos improvisados. TQs comerciais parecem ser a melhor opção disponível e, apenas nos casos em que não está disponível, um torniquete improvisado pode ser adequado. Dos vários dispositivos projetados para uso civil, aqueles com sistemas de guincho mecânico são os mais comumente aplicados. Mais dados científicos são necessários para apoiar o uso de um torniquete específico ao invés de outro. Apesar do uso crescente de TQ em ambientes civis em grandes áreas urbanas nos Estados Unidos, há falta de diretrizes uniformes.

## ABSTRACT

**Introduction:** extremity tourniquet (TQ) use has increased in the civilian setting; the beneficial results observed in the military has influenced acceptance by EMS and bystanders. This review aimed to analyze extremity TQ types used in the civilian setting, injury site, indications, and complications. **Methods:** a systematic review was conducted based on original articles published in PubMed, Embase, and Cochrane following PRISMA guidelines from 2010 to 2019. Data extraction focused on extremity TQ use for hemorrhage control in the civilian setting, demographic data, study type and duration, mechanism of injury, indications for use, injury site, TQ type, TQ time, and complications. **Results:** of the 1384 articles identified, 14 were selected for review with a total of 3912 civilian victims with extremity hemorrhage and 3522 extremity TQ placements analyzed. The majority of TQs were applied to male (79%) patients, with blunt or penetrating trauma. Among the indications for TQ use were hemorrhagic shock, suspicion of vascular injuries, continued bleeding, and partial or complete traumatic amputations. Upper extremity application was the most common TQ application site (56%), nearly all applied to a single extremity (99%), and only 0,6% required both upper and lower extremity applications. 80% of the applied TQs were commercial devices, and 20% improvised. **Conclusions:** TQ use in the civilian setting is associated with trauma-related injuries. Most are single-site TQs applied for the most part to male adults with upper extremity injury. Commercial TQs are more commonly employed, time in an urban setting is under 1 hour, with few complications described.

**Keywords:** Hemorrhage. Shock, Hemorrhagic. Multiple Trauma. Wounds and Injuries. Extremities.

## REFERÊNCIAS

- Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma*. 2008;64(2 Suppl):S38-49; discussion S49-50.
- Schwartz AM. The historical development of methods of hemostasis. *Surgery*. 1958;44(3):604-10.
- Mabry RL. Tourniquet Use on the Battlefield. *Mil Med*. 2006;171(5):352-6.
- Butler FK. Military history of increasing survival: the U.S. military experience with tourniquets and hemostatic dressings in the Afghanistan and Iraq conflicts. *Bull Am Coll Surg*. 2015;100(Suppl 1):60.
- Husum H, Gilbert M, Wisborg T, Pillgram-Larsen J. Prehospital tourniquets: there should be no controversy. *J Trauma*. 2004;56(1):214-5.
- Pillgram-Larsen J, Mellesmo S. Not a tourniquet, but compressive dressing. Experience from 68 traumatic amputations after injuries from mines Tidsskr Nor Laegeforen. 1992;112:2188-90.
- Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, Champion HR, Butler FK, Mabry RL, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg* 2011;146(12):1350-58.
- European Union Terrorism Situation and Trend Report (Te-Sat). European Union Agency for Law Enforcement Cooperation; 2018.
- Critical Appraisal Skills Programme (2018). CASP Cohort Study Checklist. Available from: <http://casp.net/wp-content/uploads/2018/01/CASP>.
- Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015;4(1):1.
- El Sayed MJ, Tamim H, Mailhac A, Mann NC. Trends and Predictors of Limb Tourniquet Use by Civilian Emergency Medical Services in the United States. *Prehosp Emerg Care*. 2017;21(1):54-62.
- Sanko S, Mindlin D, Eckstein M. 74 Tourniquet use in a civilian out-of-hospital setting: the Los Angeles experience. *Ann Emerg Med*. 2015;66(4):S26.
- Inaba K, Siboni S, Resnick S, Zhu J, Wong MD, Haltmeier T, et al. Tourniquet use for civilian extremity trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79(2):232-7; quiz 332-3.
- Leonard J, Zietlow J, Morris D, Berns K, Eyer S, Martinson K, et al. A multi-institutional study of hemostatic gauze and tourniquets in rural civilian trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81(3):441-4.
- Kue RC, Temin ES, Weiner SG, Gates J, Coleman MH, Fisher J, et al. Tourniquet Use in a Civilian Emergency Medical Services Setting: A Descriptive Analysis of the Boston EMS Experience. *Prehosp Emerg Care*. 2015. 19(3):399-404.
- Passos E, Dingley B, Smith A, Engels PT, Ball CG, Faidi S, Nathens A, Tien H; Canadian Trauma Trials Collaborative. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. *Injury*. 2014;45(3):573-

- 7.
17. Smith AA, Ochoa JE, Wong S, Beatty S, Elder J, Guidry C, et al. Pre-hospital tourniquet use in penetrating extremity trauma: decreased blood transfusions and limb complications. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018 Oct 23. Epub. 2019;86(1):43-51.
18. Teixeira PGR, Brown CVR, Emigh B, Long M, Foreman M, Eastridge, et al. Civilian prehospital tourniquet use is associated with improved survival in patients with peripheral vascular injury. *J Am Coll Surg.* 2018;2256(5):769-76.
19. Scerbo MH, Holcomb JB, Taub E, Gates K, Love JD, Wade CE, et al. The trauma center is too late: Major limb trauma without a pre-hospital tourniquet has increased death from hemorrhagic shock. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(6):1165-72.
20. McNickle AG, Fraser DR, Chestovich PJ, Kuhls DA, Fildes JJ. Effect of prehospital tourniquets on resuscitation in extremity arterial trauma. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019;4(1):e000267.
21. Zietlow JM, Zietlow SP, Morris DS, Berns KS, Jenkins DH. Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care. *J Spec Oper Med.* 2015;15(2):48-53.
22. Schroll R, Smith A, McSwain NE Jr, Myers J, Rocchi K, Inaba K, et al. A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(1):10-4; discussion 14.
23. King DR, Larentzakis A, Ramly EP; Boston Trauma Collaborative. Tourniquet use at the Boston Marathon bombing: Lost in translation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78(3):594-9.
24. Ode G, Studnek J, Seymour R, Bosse MJ, Hsu JR. Emergency tourniquets for civilians: Can military lessons in extremity hemorrhage be translated? *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79(4):586-91.
25. Blair JP, Schweit KW. A study of active shooter incidents, 2000-2013. Washington, DC: Texas State University and Federal Bureau of Investigations, U.S. Department of Justice;2014.
26. Joint Committee to Create a National Policy to Enhance Survivability from Mass Casualty Shooting Events. Improving survival from active shooter events: The Hartford Consensus. *Bull Am Coll Surg.* 2013;98:14-16.
27. Joint Committee to Create a National Policy to Enhance Survivability from Intentional Mass Casualty and Active Shooter Events. The Hartford Consensus III: implementation of bleeding control. *Bull Am Coll Surg.* 2015;100:20-6.
28. Jacobs LM, Wade DS, McSwain NE, Butler FK, Fabbri W, Eastman A, et al. The Hartford Consensus: A call to action for THREAT, a medical disaster preparedness concept. *J Am Coll Surg.* 2014;218(3):467-75.
29. American College of Surgeons. Bleedingcontrol.org. <http://www.bleedingcontrol.org>
30. Kragh JF Jr, Dubick MA. Bleeding control with limb tourniquet use in the wilderness setting: review of science. *Wilderness Environ Med.* 2017;28(2S):S25-S32.
31. Kapur GB, Hutson HR, Davis MA, Rice PL. The United States twenty-year experience with bombing incidents: implications for terrorism preparedness and medical response. *J Trauma.* 2005;59(6):1436-44.
32. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, Holcomb JB. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg.* 2009;249(1):1-7.
33. Kragh JF Jr, Littrel ML, Jones JA, Walters TJ, Baer DG, Wade CE, Holcomb JB. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med.* 2011;41(6):590-7.
34. Hodgetts TJ, Mahoney PF, Russell MQ, Byer M. ABC to < C> ABC: redefining the military trauma paradigm. *EMJ* 2006; 23:745-46.

Recebido em: 14/08/2020

Aceito para publicação em: 28/09/2020

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

#### Endereço para correspondência:

Carlos Yáñez Benítez

E-mail: [carlozyb1@gmail.com](mailto:carlozyb1@gmail.com)

