

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 BENÍTEZ¹; PABLO OTTOLINO²; BRUNO M PEREIRA, TCBC-SP³; DANIEL SOUZA LIMA, ACBC-CE⁴; ANTONIO GUEMES⁵; MANSOOR KHAN⁶; MARCELO AUGUSTO FONTENELLE RIBEIRO JUNIOR, TCBC-SP⁷ .

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 civil¹. O primeiro uso documentado de TQ militar foi em 1674 por Etienne J. Morel², sendo que, quase 200 anos depois, em 1864, Joseph Lister descreveu o uso civil para obter campo cirúrgico adequado com menos sangramento³. Durante séculos, os TQs foram considerados úteis para hemorragia de extremidades, mas também perigosos, principalmente quando usados por longos períodos em ambientes pré-hospitalares⁴⁻⁶. 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^{1,7}. Essas descobertas, junto com a crescente ameaça a civis decorrentes de tiroteios aleatórios em massa e ataques terroristas na América do Norte e na Europa⁸, 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 - 3 - Universidade de Vassouras, Pró reitoria de Pesquisa e Pós Graduação - Vassouras - 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.

MÉTODOS

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)⁹. 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 PRISMA¹⁰.

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.

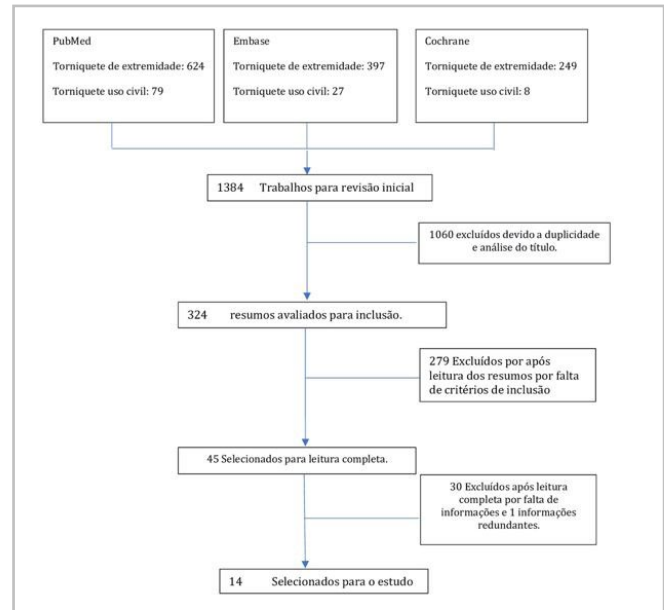


Figura 1. Diagrama de fluxo da revisão sistemática.

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)¹¹ e um dos prontuários do Corpo de Bombeiros de Los Angeles (LAFD)¹². A maioria dos estudos coletou dados ao longo de cinco anos¹³⁻²¹, treze dos quais foram dos Estados Unidos e um do Canadá¹⁵. Seis estudos eram multi-institucionais^{14-16,18,22-23}, cinco de centros individuais^{13,17,19-20,24} e dois eram registros de banco de dados¹¹⁻¹².

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^{11-21,23}, oito trabalhos faziam menção ao sexo^{11,13-16,19-20,22}, 2.434 pacientes (79%) do sexo masculino, e 656 (21%) mulheres. O mecanismo

de lesão foi descrito em todas as publicações¹¹⁻²³, mas com heterogeneidade de categorias. Schroll et al. publicaram exclusivamente casos de trauma penetrante²², 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^{11-22,24}. Os mecanismos de trauma menos frequentes foram lesões por explosão (dispositivo explosivo ou acidentes industriais)^{17,19,23}. Finalmente, a hemorragia não relacionada ao trauma (sangramento de fistula arteriovenosa para hemodiálise, veias varicosas e abscessos com sangramento) foram categorizadas como outras^{12-15,18-19,21,24}. 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^{12-15,17-21}. 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^{12,17}.

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. [15]	2014	2001-2010	10	ER	10	190	8	41	162	28	4 Imp 4 ND	ND	ND	SCR
King et al. [22]	2015	2013	1	ER	1	66	27	33	ND	ND	27 Imp	ND	ND	SCR
Zietlow et al. [20]	2015	2009-2014	6	ER	6	77	77	42	ND	ND	74 C 3 Imp	38	38	SCR
Schroll et al. [21]	2015	2010-2013	4	ER	4	197	197	ND	169	28	157 C 40 Imp	ND	ND	SCR
Sanko et al. [11]	2015	2014-2015	2	ER	2	81	81	44	ND	ND	ND	65	17	1
Inaba et al. [12]	2015	2007-2014	8	ER	8	87	87	35	79	8	80 C 7 Imp	62	25	SCR
Kue et al. [14]	2015	2005-2012	8	ER	8	98	98	40	82	16	98 Imp	54	44	SCR
Ode et al. [23]	2015	2012-2013	2	ER	2	56	24	ND	ND	ND	19 C 5 Imp	ND	ND	SCR
Leonard et al. [13]	2016	2009-2014	6	ER	6	95	61	40.5	67	28	61 C	49	46	SCR
El Sayed et al. [10]	2017	2011-2014	4	ER	4	2048	2048	44	1561	487	ND	NCE	NCE	SCR

Scerbo et al. [18]	2017	2008-2016	9	ER	9	306	326	33	258	48	301 C 5 Imp	157	147	SCR
Teixeira et al. [17]	2018	2011-2016	6	ER	6	181	181	34	ND	ND	ND	101	80	SCR
Smith et al. [16]	2018	2010-2018	9	ER	9	238	238	35	ND	ND	205 C 33 Imp	124	115	21
McNickle et al. [19]	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^{13-17,19,21-24}. 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^{11,13-23}.

As complicações associadas ao uso de TQ foram

descritas em oito publicações^{13-15,17-20,22}, 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 TQ¹³.

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

	TQ-T(min)	Mecanismo de lesão	Complicações
Passos et al. [15]	91	Fechado: 2 Penetrante: 2	NCE
King et al. [22]	24	Explosão: 27	ND
Zietlow et al. [20]	19	Fechado: 27 Laceração: 21 Arma branca: 7 Hemodiálise: 5 Queda: 3 Arma de fogo: 3 Outros: 7	ND
Schroll et al. [21]	48	Penetrante: 111	SC: 17 Infecção: 17 NP: 12 LIR: 7

Sanko et al. [11]	NA	Penetrante: 51 Fechado: 9 FAV: 31 Outros: 1	ND
Inaba et al. [12]	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. [14]	15 (NCE)	Penetrante ou Arma branca: 66 Fechado: 7 Outras: 23	NP: 11 CV: 1
Ode et al. [23]	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. [13]	21	Fechado: 31 Penetrante: 24 FAV: 6	Fasciotomia: 6 Rabdomiólise: 2 IRA: 2
El Sayed et al. [10]	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. [18]	21	Fechado: 52 Penetrante: 86	SC: 2
Teixeira et al. [17]	77	Fechado: 81 ATx: 35	Infecção: 25 ETE: 13 CP: 13 CC: 5
Smith et al. [16]	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. [19]	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 feridas²⁵. 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 massa²⁶⁻²⁷. 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)²⁸, 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^{16-20,23}, um descreveu exclusivamente em trauma penetrante¹⁷ 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^{11-15,21,23-24}. 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^{11-22,24}. Lesões por explosão, seja por dispositivos explosivos ou acidentes industriais, foram o mecanismo de trauma de menor prevalência na amostra^{17,19,23}. Da mesma forma, a hemorragia não relacionada ao trauma referida como outras categorias nos estudos também apresentou baixa incidência^{12-15,18-19,21,24}. 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 remotas²⁹⁻³⁰. 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 moles¹⁹. 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 PH¹¹. 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 2018¹⁷. Nossa revisão revelou tendência crescente do uso de TQ em áreas urbanas (Houston, Los Angeles, Nova Orleans, Boston, Las Vegas)^{11-13,15,17}. 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^{11,14}, 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 selvagens¹¹. 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^{12,17}. 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 Boston²³, 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 aplicado³¹. Em vez disso, 27 TQs improvisados foram usados, a maioria ineficazes, e precisaram ser substituídos por dispositivos comerciais à chegada ao setor de emergência²³. 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 Boston³²⁻³³. 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^{25,34}. 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^{13,19,24}, 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 catraca²⁹. 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^{13,15-16,24}. 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 comercial²². 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^{17,22}, apenas em um estudo houve relato da duração do uso do TQ separadamente do tempo de transporte pré-hospitalar¹³, outros relataram como tempo médio de colocação do TQ¹⁵ ou tempo médio de permanência do torniquete¹⁴. 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 complicações¹⁷⁻²⁴.

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^{13,15}. 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-reperfusão 7 (3,6%)²². 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 descartado¹³.

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^{17,22}, um relatou a duração

do uso do TQ separadamente do tempo de transporte pré-hospitalar¹³, outros relataram como tempo médio de colocação do TQ¹⁵ ou tempo médio do torniquete¹⁴. 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 complicações¹⁷⁻²⁴. 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^{13,15}. 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-reperusão em 7 (3,6%)²². 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 descartado¹³.

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.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.
- 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: carlosyb1@gmail.com

