

REVER Acesso Aberto



Complicações relacionadas ao torniquete em lesões de extremidades: uma revisão de escopo da literatura

Anaida Xacur-Trabulce¹, Gessner Casas-Fuentes¹, Veronica Ruiz-Vasconcelos¹, Marianne Marchini Reitz², Sharon M. Henry³, Thomas M. Scalea³ e Marcelo A. F. Ribeiro Jr.^{3,4*}

Abstrair

Os torniquetes são cruciais para controlar a hemorragia com risco de vida e, portanto, na prevenção de mortes evitáveis em ambientes militares e civis. Seu uso crescente desde o lançamento da campanha Stop the Bleed, no entanto, levantou preocupações sobre possíveis complicações associadas à sua aplicação, incluindo isquemia e amputação de membros. O objetivo deste estudo foi sintetizar as evidências existentes sobre complicações associadas ao uso de torniquetes para lesões de extremidades e identificar lacunas no conhecimento para orientar futuras pesquisas sobre esse tema.

Métodos Foi realizada uma revisão da literatura entre 2016 e 2024, incluindo estudos retrospectivos de acesso aberto, séries de casos, casos clínicos e revisões sistemáticas que abordaram o uso de torniquete em ambiente civil ou militar em pacientes com lesões nas extremidades, seguindo a lista de verificação PRISMA-ScR 2018. Foram consultadas as bases de dados PubMed, ScienceDirect e Cochrane, identificando-se 1.398 artigos sobre o uso de torniquetes de extremidades em contextos militares e civis, com foco em complicações. Destes, 1.343 artigos foram excluídos por duplicidade ou irrelevância com base no título. Dos 55 restantes, 37 foram excluídos após revisão de resumos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dos 18 artigos em texto completo revisados, 10 foram excluídos por insuficiência de dados, restando 8 estudos para análise detalhada.

Resultados A aplicação prolongada em situações de emergência pode levar a complicações graves, como lesões nervosas, síndrome pós-torniquete e riscos de eventos tromboembólicos. A paralisia nervosa foi identificada como a complicação mais prevalente associada ao uso prolongado de torniquetes.

Conclusão O treinamento aprimorado é essencial para ajudar os profissionais a avaliar com precisão a gravidade do sangramento e aplicar intervenções apropriadas, reduzindo complicações e melhorando os resultados. Futuras oportunidades de pesquisa devem considerar: (1) estudos prospectivos intervencionistas randomizados controlados com o objetivo de comparar o uso de torniquetes com diferentes métodos de controle de hemorragia; (2) desenvolvimento e validação de escores fáceis de usar prevendo complicações e a necessidade de amputação em ambientes civis e militares, incluindo extremidades superiores e inferiores, para melhor orientar as decisões clínicas e diretrizes futuras; (3) desenvolvimento de melhores maneiras de ensinar os profissionais leigos a reconhecer sangramento com risco de vida; e (4) desenvolvimento de diretrizes para o momento do afrouxamento, remoção ou conversão do torniquete.

*Correspondência:
Marcelo A. F. Ribeiro Jr.

mfribeiro@som.umaryland.edu

A lista completa de informações do autor está disponível no final do artigo



©(s) autor(es) 2025. **Acesso aberto** Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional, que permite qualquer uso, compartilhamento, distribuição e reprodução não comercial em qualquer meio ou formato, desde que você dê o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, forneça um link para a licença Creative Commons e indique se você modificou o material licenciado. Você não tem permissão sob esta licença para compartilhar material adaptado derivado deste artigo ou partes dele. As imagens ou outro material de terceiros neste artigo estão incluídos na licença Creative Commons do artigo, salvo indicação em contrário em uma linha de crédito para o material. Se o material não estiver incluído na licença Creative Commons do artigo e o uso pretendido não for permitido por regulamentação legal ou exceder o uso permitido, você precisará obter permissão diretamente do detentor dos direitos autorais. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palavras-chave Tórqueto de extremidade, Tórqueto, Complicações, Trauma, Militar e civil

Fundo

O uso do tórqueto tem sido fundamental na prevenção de mortes evitáveis em ambientes militares e civis, com suas origens remontando a civilizações antigas. As evidências mostram sua utilização na civilização egípcia por volta de 1500 aC [1]. A aplicação moderna de tórquetes começou durante as Guerras Napoleônicas (1803-1815), quando o cirurgião francês Jean-Louis Petit empregou tórquetes para controlar hemorragias no campo de batalha (Fig. 1) [2]. Durante a Guerra Civil Americana (1861-1865), os tórquetes tornaram-se essenciais para o tratamento de feridas [3]. Na Primeira Guerra Mundial (1914-1918), tórquetes avançados como o tipo Esmarch foram desenvolvidos [4]. Na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), o uso de tórquetes tornou-se comum, com protocolos estabelecidos para aplicação no campo de batalha [5]. A Batalha de Mogadíscio de 1993 marcou um ponto de virada na história do uso do tórqueto, levando a revisões para combater os protocolos de tratamento de feridas e métodos de treinamento. Atualmente, as complicações resultantes do uso excessivo de tórquetes no conflito russo-ucraniano continuam sendo estudadas [6]. Considerando o aumento do número de aplicações de tórquetes no mundo, nasceu a ideia de construir esta revisão de escopo de estudos de acesso aberto. Os tórquetes baseiam-se no princípio da oclusão do fluxo vascular, o que significa que sua aplicação correta produzirá isquemia do membro distalmente. Quando o fluxo arterial e o fluxo venoso são restabelecidos, pode ocorrer lesão de reperfusão. O aumento do uso de tórquetes levanta preocupações sobre o risco de complicações, incluindo amputação, lesões vasculares e nervosas, danos aos tecidos moles e repercussões sistêmicas, como lesão de reperfusão, síndrome pós-tórqueto [7– 9] e eventos tromboembólicos [10]. Apesar de seu potencial para produzir complicações, os tórquetes comprovadamente reduzem a mortalidade e minimizam as complicações em ambientes militares e civis. No entanto, é necessário cuidado para evitar lesões isquêmicas e outros riscos [11]. As evidências sugerem que as complicações aumentam com a aplicação mais apertada por períodos de tempo mais longos [12]. Estudos demonstraram a eficácia dos tórquetes na redução do choque na chegada aos centros de trauma, com altas taxas de controle bem-sucedido do sangramento. As taxas de amputação parecem se correlacionar com a gravidade da lesão, e não com o tórqueto em si, sugerindo que a complexidade da lesão desempenha um papel significativo [13]. Em 2013, o Comitê de Trauma do American College of Surgeons (ACS) identificou a necessidade de melhorar a resposta de emergência hemorrágica. O governo dos EUA lançou a campanha "Stop the Bleed" em 2015, promovendo a intervenção imediata em emergências hemorrágicas. Preocupações com a aplicação adequada de

tórquetes em traumas civis e as possíveis complicações serão discutidas neste artigo [14].

Esta revisão de escopo visa identificar e sintetizar as evidências atuais sobre as complicações associadas à aplicação do tórqueto para lesões nas extremidades em populações civis e militares e fornecer orientação sobre as lacunas de conhecimento que devem ser abordadas em pesquisas futuras.

Métodos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed, Scien- ceDirect e Cochrane, utilizando o seguinte algoritmo: ((extremity tourniquet) AND (complications) AND (trauma)). Os filtros foram aplicados para incluir artigos publicados entre os anos de 2016 e 2024, após o lançamento da campanha de conscientização The Stop the Bleed em outubro de 2015, incorporando artigos de revisão de acesso aberto, relatos de casos, séries de casos e artigos de pesquisa originais em inglês.

Seguindo as diretrizes do PRISMA-ScR 2018 (Fig. 2), a busca preliminar incluiu um total de 1.398 artigos [15]. Destes, 1.343 foram excluídos devido à duplicação ou análise de títulos, após o que 37 artigos foram removidos após a avaliação do resumo. Estudos envolvendo aplicação de tórqueto na sala de cirurgia ou para tratamento de feridas não traumáticas foram excluídos. Além disso, após a leitura do texto completo, 10 artigos foram descartados por falta de informações relevantes para o nosso estudo, referentes a complicações. Esse processo resultou na seleção de 8 artigos para revisão de inclusão e recuperação de dados [15]. Os dados extraídos incluíram: idade, sexo, mecanismo de lesão (CVM, GSW, ferimento por arma branca, queda, outro), escores de gravidade da lesão, transferências, indicação de uso do tórqueto, localização do tórqueto, tipo de tórqueto (improvisado ou comercial), tempo total de tórqueto (em minutos), número de tórquetes colocados, responsável pelo tórqueto (EMS, não EMS ou ignorado) e complicações (Tabela 1).

Resultados

Os artigos selecionados incluíram quatro estudos de coorte observacionais retrospectivos [14, 16– 18], uma série de casos observacionais retrospectivos [19], uma série de casos observacionais prospectivos [20], um estudo de coorte observacional multicêntrico prospectivo [13] e uma revisão sistemática de 14 estudos retrospectivos [10]. Quatro relatórios eram dos Estados Unidos [13, 14, 18, 20], dois relatórios da Europa [17, 19] (Suécia e França), um relatório do Brasil [10] e um da Austrália [16]. Esses manuscritos foram publicados



Fig. 1 O torniquete de parafuso Petit (autor pessoal, arquivo MAFRJ)

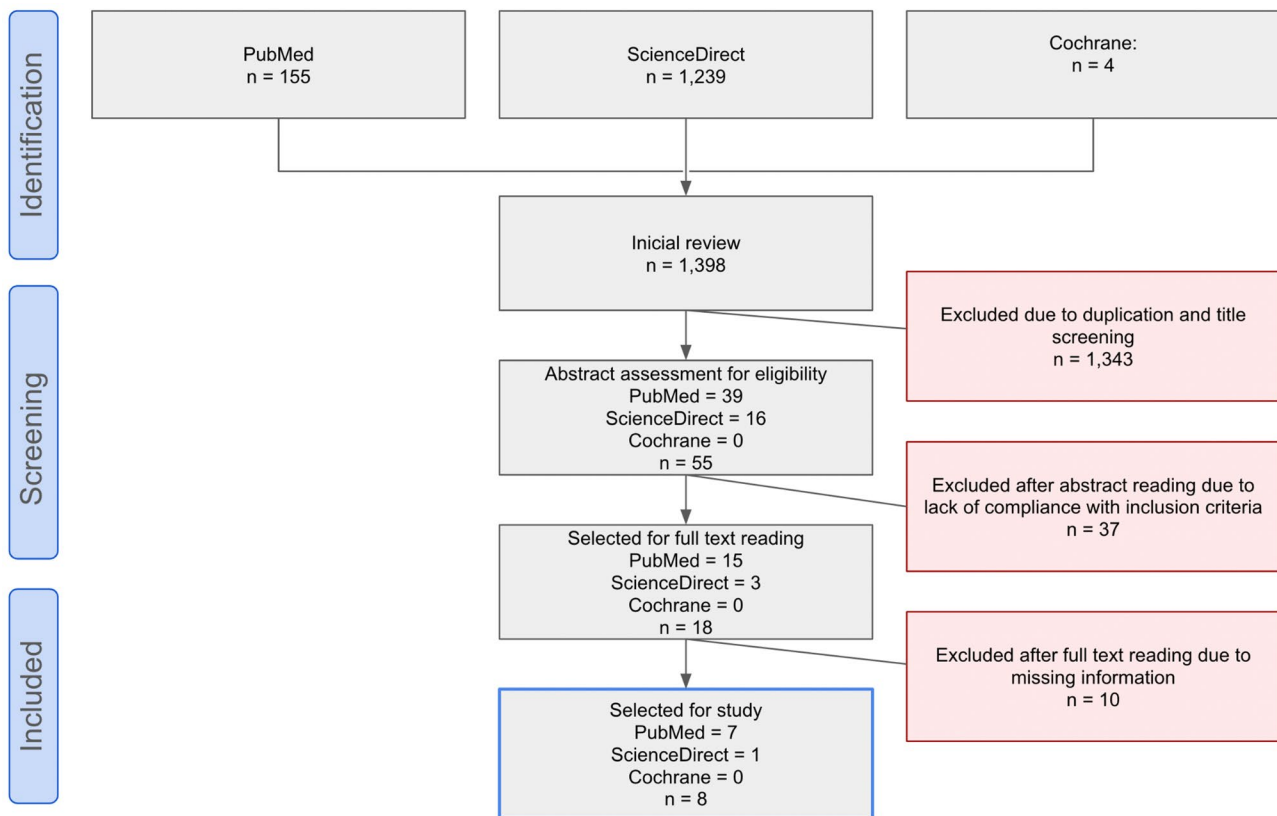


Fig. 2 Fluxograma Prisma-ScR mostrando o processo de seleção do artigo

entre 2020 e 2024, abrangendo o período entre 2010 e 2022 [10, 13, 14, 16– 20].

Foram recuperados todos os casos referentes a aplicações de torniquetes civis e militares em extremidades, abrangendo um total de 5.016 pacientes, com idades entre 29 e 57 anos, a maioria do sexo masculino (Fig. 3). Em relação ao mecanismo de lesão (Fig. 4), trauma penetrante foi o mais comum, com 2.247 casos, seguido por contuso com 1.468 casos, blasto com 45 casos, outros mecanismos não traumáticos ou inespecíficos foram categorizados como "outros" (sangramento de fistulas de hemodiálise arteriovenosa, varizes e abscessos) [10, 13, 14, 16– 20]. Dois estudos não utilizaram nenhuma ferramenta padronizada para avaliação de lesões [10, 14]. As pontuações mais comumente usadas foram a Pontuação de Gravidade da Lesão (ISS), a Nova Pontuação de Gravidade da Lesão (NISS) e a Pontuação de Gravidade da Extremidade Mutilada (MESS) [13, 16– 20]. Dois dos artigos que usam ISS relataram gravidades de lesões entre 9 e 17 (lesões moderadas e graves). O terceiro artigo que utilizou o ISS classificou o trauma contuso e penetrante separadamente, com, respectivamente, uma mediana do ISS de 13 (moderado) e de

4 (menor) [16– 18]. Um estudo usou MESS, relatando para a maioria dos casos uma pontuação acima de 7, que é preditiva de amputação de extremidades [19]. Um artigo usou o NISS, relatando pontuações entre 4 e 32, que se traduzem em lesões leves a muito graves. Uma revisão usou ISS e MESS para

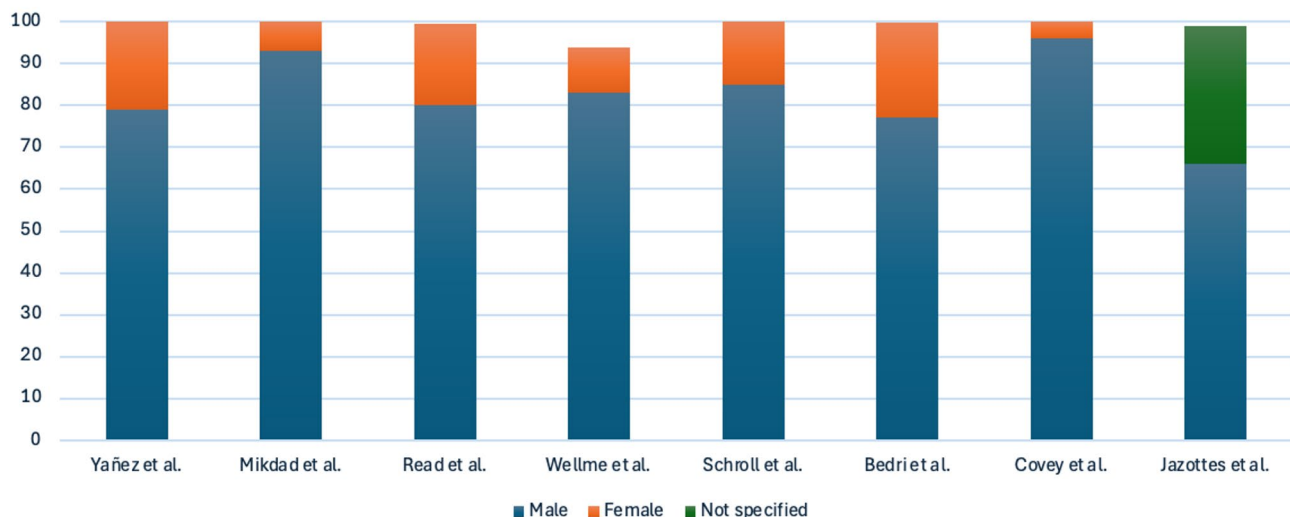
avaliar a gravidade da lesão, relatando um ISS médio de 10 pontos (moderado) e uma MESS média de 4,4 (sem previsão de amputação) [13]. Em relação à colocação do torniquete, a grande maioria foi aplicada no ambiente pré-hospitalar, um artigo não especificou o local de colocação e a maioria dos pacientes necessitou de torniquete de acordo com suas lesões [10]. A maioria dos torniquetes foi aplicada nas extremidades inferiores, embora dois estudos não tenham especificado a extremidade afetada [14, 20]. Na maioria dos estudos, os torniquetes comerciais eram predominantes sobre os improvisados e eram colocados principalmente por um técnico de emergência médica ou paramédico. Além disso, na maioria dos casos, os torniquetes improvisados foram removidos ou substituídos assim que o paciente foi internado no hospital. O tempo total do torniquete variou entre 40 e 153 min (Fig. 5), com maior incidência de complicações com o uso prolongado de torniquete. Cento e cinquenta e um pacientes necessitaram de mais de um torniquete [10, 13, 14, 16–20].

Os estudos selecionados para a revisão da literatura documentaram uma ampla gama de complicações (Fig. 6). Yañez et al. relataram que 10,7% dos pacientes (57/533) apresentaram paralisia nervosa, com outras complicações incluindo rabdomiólise em 10,6% (17/164), fasciotomia em 9,8% (6/61), complicações pulmonares em 7% (13/181),

Tabela 1 Compilação dos dados extraídos. TQ - torniquete; EMS - Sistema médico de emergência; não-EMS - Sistema médico não emergencial; EMT - Técnico de emergência médica; ISS - Injury Severity Score; NISS - Novo Escore de Gravidade de Lesões; MESS - Escore de Gravidade de Extremidades Mutiladas; TVP - Trombose venosa profunda; LRA - Lesão renal aguda; NA - não disponível; NCS - não claramente especificado

Author	Published	Period	Population (civilian, military, mixed)	Patients with tourniquet placement	Trauma vs. Non-trauma	Control (no tourniquet) group	Age	Gender	Mechanism of injury (Blunt, penetrating or fall)	Injury severity	Tourniquet placement	Indicated or non-indicated	Tourniquet location / laterality	Type of tourniquet (improvised or commercial)	Total tourniquet time	Patients with multiple tourniquets placed	Tourniquet application (EMS, non-EMS, volunteer)	Complications
Yañez et al. [8]	2021	2010 - 2019	Civilian	1652	Trauma and non-trauma	Mentioned but not compared	38 (33-44)	Male 2424 (79%), female 165 (21%)	Penetrating 1373, Blunt 1106, Blast 28, Other 1014	NA	NA	NA	Upper limb 660 (96%), lower limb 181 (44%) and both 22 (3.6%)	Improved 222 TQ, Commercial 697 TQ	48 min (15-153 min)	Patients with more than one TQ 22 (3.6%)	NA	Phantom limb pain 17 (54 (10.6%); Nerve palsy 37 (53 (15.7%); Fasciomyelitis 6 (8 (3.8%); Remyelination complications 13 (181 (7%); Tendon-arteriole avulsion 2 (2 (0.3%); Acute renal failure 18 (45 (4%); Compartment syndrome 36 (97 (3.9%); Cardiac complications 1 (181 (2.8%); Ischemic reperfusion injury 12 (45 (2.8%); Bleeding 1 (87 (1.1%); Hepatic failure 1 (87 (1.1%); Stroke 1 (171 (1.1%); Tourniquet-related amputation 1 (87 (1.1%);
Mikdad et al. [9]	2021	January 2010 - December 2019	Civilian	147	Trauma	Not included	35.5 (28-50)	Male 136 (93%)	Blunt 54 (37%), Penetrating 92 (63%); Blunt 16 (7%), MVC 31 (21%); GVN 18 (12%); stab wound 44 (30%); fall 11 (8%); other 41 (28%)	NA	Transfer 31 (21%), Prehospital 116 (79%)	Indicated (n = 74), Non-indicated (n = 73)	Improved 40 (26%); Commercial 52 (70%)	16.5 min (3.5-46 min)	Patients with more than one TQ 41 (28%)	EMS 66 (45%), non-EMS 45 (45%), unknown 16 (10%)	Indicated tourniquet: DVT 2 (40%); AKI 1 (20%); compartment syndrome 1 (20%); non-indicated DVT 2 (40%); AKI 1 (20%); nerve palsy 2 (40%); compartment syndrome 1 (20%);	
Read et al. [10]	2023	August 2014 - December 2019	Civilian	31	Trauma	Not included	37.3 (12-50)	Male 25 (78%)	MVC 19 (61.3%), crushed in machinery 3 (9.7%), fall 3 (9.7%), penetrating mechanism (glass) 6 (19.3%)	ISS 17 (13-24) - severe	Prehospital	NA	Upper limb 18, lower limb 23	Commercial	122 min (47-243 min)	Number of tourniquets per case One 23, two 6, three 1, four 1	Unknown	Amputation 9 (compartment syndrome 1, limb ischemia 1); hypertension injury 2; neurological impairment 2
Wellme et al. [11]	2020	August 2015 - December 2019	Civilian	56	Trauma	Excluded	31 (12-50)	Male 50 (89.3%)	Penetrating trauma 43 (76.8%), GSVN 17, work related 3, other 2; Blunt trauma 12 (MVC 10, fall 1, work related 1); Blunt (apexion 1)	ISS 9 (range 1-75) - moderate	Prehospital	Indicated Life threatening hemorrhage 27 (48.2%); traumatic amputation 5 (8.9%); open fracture 8 (14.3%); Non-indicated 16 (28.6%)	Upper limb 5 - (17.9%), lower limb 46 (82.1%)	Improved 10 TQ, 4 of these were replaced by a commercial TQ, Commercial 46 TQ	Median 40 min	Patients with more than one TQ 7 (12.5%)	EMS 28, non-EMS 24, unknown 4	Total complications 17 (30.1%); Amputation following amputation to hospital 2; Fasciomyelitis 4; hypertension 3; compartment syndrome 1; Acute kidney injury 3; Nerve damage 13; Loss of motor function 10; Loss of sensory function 11; right patients had both loss of motor and sensory function; Other 1 (subcutaneous hematoma)
Schroll et al. [12]	2022	2015-2020	Civilian	1130	Trauma	Included and compared	36.8 ± 6.5	Male (86.1%)	Gunshot wound 320 (28.3%); Sharp object or stabbing 345 (30.5%); Blunt or crush 230 (20.3%); Blunt injury 1 (0.1%); Other 83 (7.3%)	ISS mean (SD) 18.1 (5.3) - moderate; MESS injured extremity mean (SD) 4.4 (3.2) - rescue extremely	Prehospital 962, no pre-hospital 86	NA	Lower limb 51.9% of tourniquets placed (499/962)	Improved 42 patients, 6 had commercial tourniquets placed, 5 never received a commercial tourniquet, 2 commercial tourniquets placed at an unknown time	Median 40 min (4-100 minutes)	Patients with more than one TQ 42 (3.5%)	EMS in 45 (46.2%) limbs, 359 (32%) police/fire department personnel, 4 (5%) physician or nurse on scene, and 6 (6%) by nonmedical by -standers	Injury: Amputation 103 (9.1%); nerve palsy 14 (1.2%); Surgery: Amputation 54 (4.7%); Secondary effects of limb 27 (2.4%); Compartment syndrome 24 (2.1%); Ischemia reperfusion injury 24 (2.1%);
Bedri et al. [13]	2021	July of 2015 - December 2019	Civilian	88	Trauma	Not included	37.5 (24-51)	Male 71 (77.3%)	Penetrating 54, Blunt 34	ISS Blunt 13 (9-21.3) moderate, penetrating 4 (1.75-6.5) severe	Transfer 64 patients (69.6%)	Indicated 74% (76.7%); Non-indicated 26 (31.3%) tourniquets	Upper limb 43, lower limb 51	Commercial 91, Improved 3 (1 head pressure cuff, 2 volunteers)	Hospital setting (n = 7) 90.0 (20-150); Prehospital setting (n = 87) 100.0 (40-180)	Patients with more than one TQ 2	Resuscitation 5 placed by paramedic, 2 unknown; Prehospital 68 Tourniquets were placed by trained paramedics, three by EMS, two by physicians, three by police officers, one by unknown providers	Amputation 18 (19.1%); Phantom limb 2 (2.2%); AKI 3 (3.3%); Nerve Palsy 2 (2.2%);
Covey et al. [14]	2022	4 mo NCS	Military	22	Trauma	Included and compared	29 (16-48)	Male 24, female 1	Improvised explosive device 11 (44%); perforated wound 9 (36%); gunshot wound 1 (4%); perforated gunshot wound 1 (4%); gunshot 1 (4%); motor vehicle crash 1 (4%); motor vehicle crash 1 (4%)	New Injury Severity Scores (NISS) 4-20; Minor-severe injuries	Prehospital (low-field)	Indicated 22 patients with 28 extremities, 11 patients (13 extremities) major vascular injuries. Non-indicated 8 patients with non-major vascular injuries	NCS	Successful bleeding compression 88 ± 26.5, unsuccessful bleeding compression 70 ± 6 ± 7	Successful bleeding compression 88 ± 26.5, unsuccessful bleeding compression 70 ± 6 ± 7	Patients with more than one TQ 3	Cooperation or medic in the field	Nerve palsy (1); Compartment syndrome; rhabdomyolysis; ischemic reperfusion syndrome and acute renal failure
Jazottes et al. [15]	2024	October 2021 - January 2022	Civilian	9	Trauma	Included but not compared	34	Male	MVC	MESS score 7 - amputate extremity	Prehospital	Indicated	Subamputation / wrist	Commercial	228 min	1	Unknown	Musculoskeletal nerve palsy with direct nerve crush injury
Jazottes et al. [15]	2024	October 2021 - January 2022	Civilian	9	Trauma	Included but not compared	37	Male	MVC	MESS score 8 - amputate extremity	Prehospital	Indicated	Subamputation / forearm	Commercial	128 min	1	Unknown	Musculoskeletal nerve palsy with direct nerve crush injury
Jazottes et al. [15]	2024	October 2021 - January 2022	Civilian	9	Trauma	Included but not compared	38	NCS	Other (work accident)	MESS score 3 - rescue extremity	Prehospital	Indicated	Amputation / Arm	Commercial	128 min	1	Unknown	Rhabdomyolysis
Total				5014														

GENDER

**Fig. 3** Distribuição de gênero relatada

eventos tromboembólicos em 5% (21/419), insuficiência renal aguda em 4% (18/455), síndrome compartimental em 3,9% (36/917) e complicações cardíacas em 2,8% (5/181). Sangramento (1,1%) e choque (1%) foram observados em alguns casos,

enquanto um caso de amputação relacionada ao torniquete foi descrito devido ao tempo prolongado de torniquete [10]. Mikdad et al. dividiram o uso indicado e não indicado de torniquete, com significativa variabilidade nas complicações.

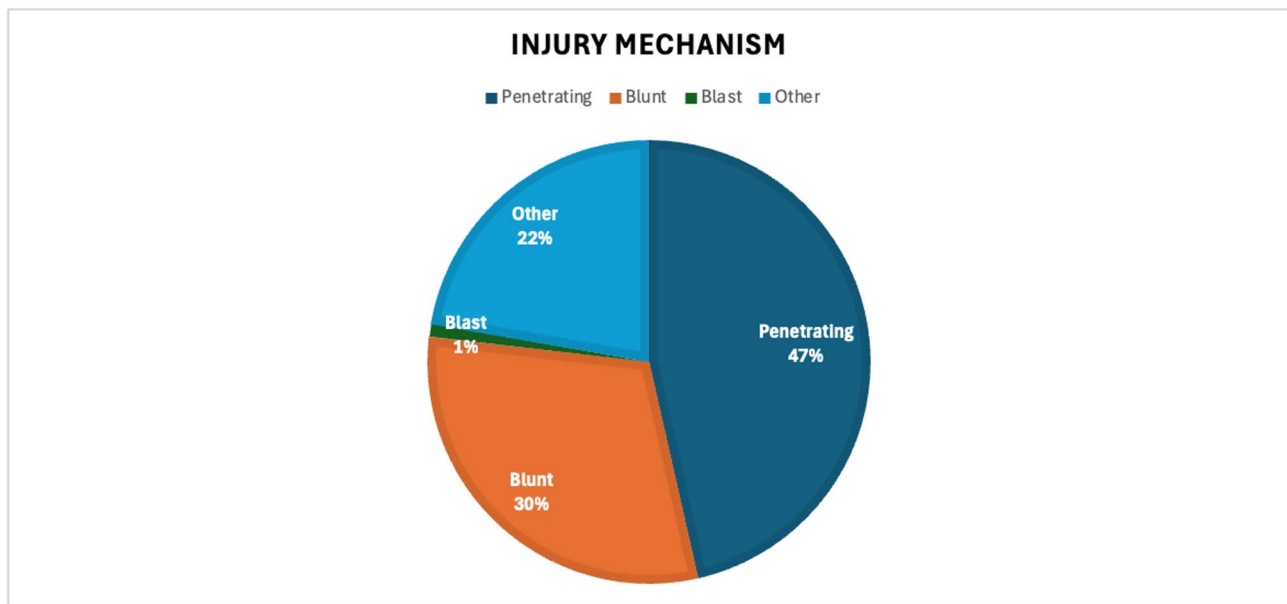


Fig. 4 Mecanismo de distribuição do trauma

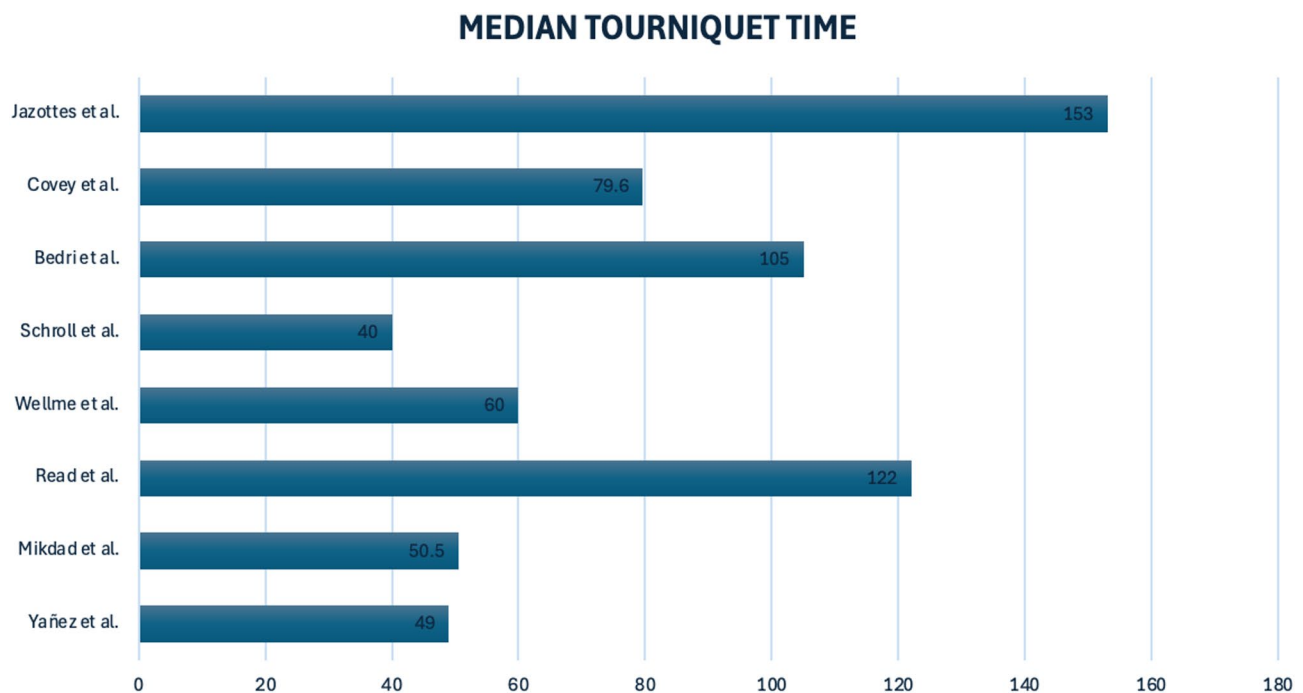


Fig. 5 Tempo médio de torniquete (em minutos)

Entre o grupo identificado com indicação de aplicação de torniquete, trombose venosa profunda (TVP) ocorreu em 40% (2/5), lesão renal aguda (LRA) em 20% (1/5), paralisia nervosa em 20% (1/5) e síndrome compartimental em 20% (1/5). No entanto, no grupo torniquete não indicado, a paralisia nervosa foi mais prevalente, afetando 50% (2/4) dos pacientes, TVP, LRA e síndrome compartimental ocorreram com menor frequência [14]. No estudo de Read et al., as complicações incluíram amputação em nove casos, síndrome

compartimental em um caso, isquemia de membro com ou sem lesão de reperusão em dois casos e comprometimento neurológico em dois casos, um apenas sensorial e um motor e sensorial [16]. Wellme et al. observaram complicações totais em 17 pacientes (30,1%), incluindo amputações após admissão hospitalar (2), fasciotomias (4), lesão renal aguda (1) e lesão nervosa em 13 casos. Dos 13 pacientes com lesão nervosa, 10 tiveram perda da função motora, 11 tiveram perda da função sensorial e 8 tiveram

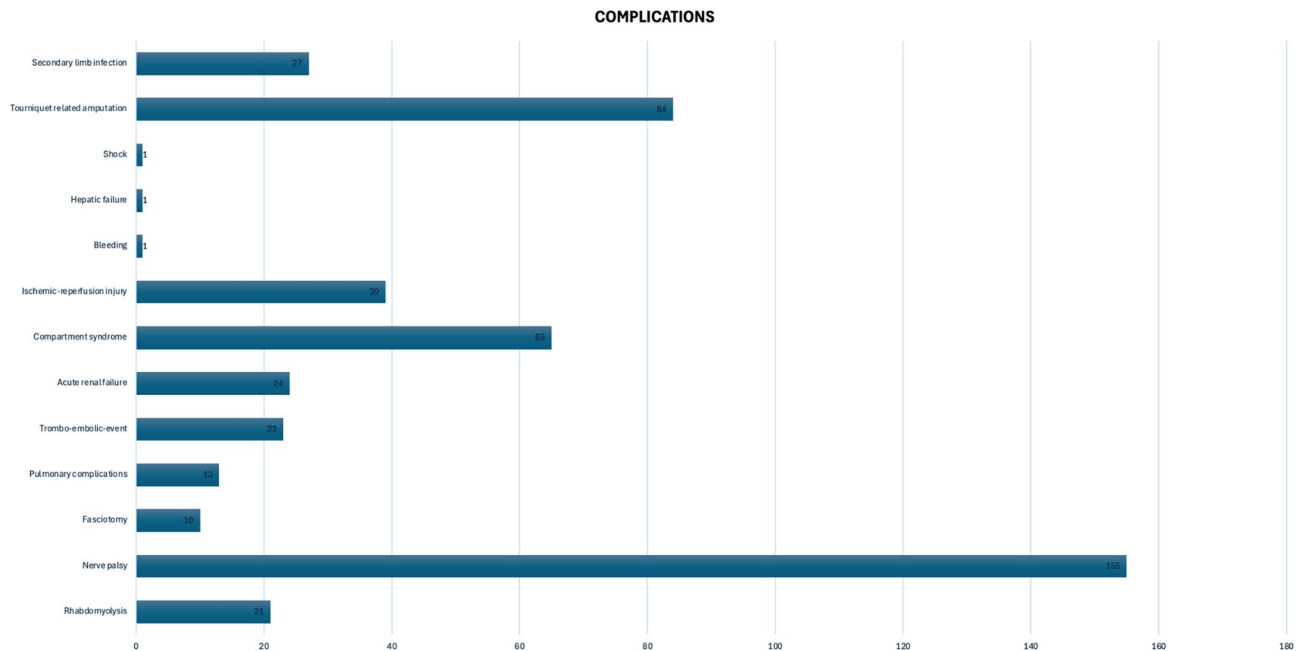


Fig. 6 Distribuição das complicações relatadas

ambos. Doze pacientes recuperaram a função nervosa 2 semanas após o trauma inicial, e um precisou de 8 meses para atingir a recuperação total [17]. Schroll et al. documentaram complicações iniciais, incluindo 10,7% de amputação (103/962) e 1,6% de paralisia nervosa (14/962). Em sua análise de subgrupo, a paralisia nervosa aumentou para 19,6% (75/383), com outras complicações, como infecções secundárias (7,1%), síndrome do compartimento (6,3%) e lesão de isquemia-reperfusão (6,3%).¹³ Bedri et al. revelaram amputação em 19,1% (18/94), rabdomiólise em 2,2% (2/94), lesão renal aguda em 3,3% (3/94) e paralisia nervosa em 2,2% (2/94).¹⁸

Covey et al. encontraram paralisia do nervo motor e sensorial do nervo fibular comum em um paciente com torniquete não indicado [20]. Jazottes et al. relataram um paciente que foi afetado por uma combinação de síndrome compartimental, rabdomiólise, síndrome de isquemia-reperfusão e insuficiência renal aguda. Outro experimentou paralisia do nervo musculocutâneo, que foi considerada causada por compressão direta do nervo. Além disso, um paciente apresentou rabdomiólise [19].

Discussão

Em ambientes de combate, os torniquetes têm sido fundamentais para salvar vidas, interrompendo rapidamente o sangramento arterial, permitindo que as vítimas sobrevivam por tempo suficiente para chegar ao atendimento cirúrgico. Estudos civis demonstraram de forma semelhante sua eficácia na prevenção da mortalidade, especialmente em eventos com vítimas em massa ou lesões traumáticas causadas por acidentes. Os avanços na tecnologia de torniquetes, como o Torniquete de Aplicação de Combate (CAT), melhoraram a facilidade de uso e a confiabilidade, mesmo para socorristas leigos. Quando aplicados

corretamente e prontamente, os torniquetes podem evitar a exsanguinação, reduzir a necessidade de transfusões de sangue extensas e melhorar os resultados gerais do paciente, tornando-os indispensáveis no tratamento de traumas [6]. Continua sendo difícil atribuir complicações à própria lesão primária ou a lesões secundárias potencialmente causadas pelo uso de torniquete.

As evidências sugerem que quase metade das colocações de torniquetes carecem de justificativa clínica adequada, com aproximadamente 27% sendo mal aplicadas, o que pode levar a complicações como oclusão venosa, síndrome compartimental, paralisia nervosa e até hemorragia exacerbada. Além disso, estudos relatam tempos prolongados de torniquete e posicionamento inadequado como potenciais contribuintes para esses resultados adversos. Embora os torniquetes sejam inegavelmente eficazes quando aplicados corretamente, pode haver variabilidade no treinamento e adesão inconsistente às diretrizes, destacando a necessidade de educação padronizada e monitoramento de qualidade [14]. De modo geral, o escore de gravidade mais utilizado foi o ISS (Injury Severity Score), que não é aplicado prospectivamente, pois requer conhecimento e treinamento da AIS (Abbreviated Injury Scale). Embora seja indispensável ao comparar grupos de pacientes quanto à gravidade da lesão, não é útil em ambientes clínicos para orientar a tomada de decisão. O próximo escore mais utilizado foi o Mangled Extremity Scoring System (MESS). O escore MESS foi publicado originalmente em 1990 e foi formulado para prever o salvamento de membros em traumas de membros inferiores. Não foi desenvolvida ou validada para a extremidade superior, na qual não tem um desempenho muito bom, especialmente quando há lesão vascular isolada. Também

não é muito preciso para traumas militares, nos quais armas de fogo e ferimentos explosivos são predominantes. Seu uso liberal pode ser explicado devido à sua relativa simplicidade e à inclusão de critérios objetivos. O desenvolvimento e a validação de sistemas de pontuação semelhantes e fáceis de usar que podem ser aplicados em ambientes clínicos de rotina para orientar a tomada de decisões é, portanto, um tópico importante para pesquisas futuras [21-24].

Um dos resultados mais graves é o dano isquêmico ao membro, que pode levar à necrose tecidual e necessitar de amputação. A síndrome de aplicação prolongada do torniquete (PTAS) pode ocorrer e é caracterizada por distúrbios metabólicos, lesão renal aguda e rabdomiólise, especialmente em cenários em que a evacuação para cuidados cirúrgicos é atrasada. Ainda não está claro se é benéfico (e, em caso afirmativo, em que momento) afrouxar o torniquete para permitir qualquer nível de reperfusão até que o paciente seja transferido para um centro médico apropriado para receber cuidados definitivos.

A paralisia nervosa foi a complicação mais prevalente ligada ao uso de torniquetes e pode estar associada à sua colocação inadequada. A síndrome compartimental é uma complicação adicional observada em ambientes militares e civis. Em conflitos militares, particularmente durante a guerra russo-ucraniana, tempos de evacuação prolongados, muitas vezes superiores a 21 horas, exacerbaram esses riscos, resultando em amputações potencialmente evitáveis e lesões renais agudas devido ao PTAS [6].

Stevens et al. (2024) publicaram recentemente um artigo que reconhece as complicações decorrentes do uso indevido de torniquetes na guerra da Ucrânia, enfatizando que o tempo de evacuação pode ultrapassar 6 h devido à falta de controle do ar pelas forças ucranianas, interferindo na extração de helicópteros. Também é alarmante afirmar que o uso adequado de torniquetes foi encontrado em apenas 24,6% dos casos, resultando em um aumento significativo da morbidade, somando-se ao fato de que muitas forças ucranianas carecem de médicos treinados em combate, resultando na aplicação de torniquetes de membros pelo soldado ferido ou seus camaradas. Este trabalho propôs que muitos dos casos de amputação de membros foram devidos à colocação inadequada de torniquetes, posicionamento desnecessariamente proximal ou por deixar os torniquetes por muito tempo. Alguns soldados experimentaram "síndrome do torniquete prolongado", que não apenas levou a amputações, mas, em alguns casos, necessitou de hemodiálise devido à insuficiência renal aguda por rabdomiólise, elevando as taxas de mortalidade acima de 30%. Neste artigo também é avaliada a importância de melhorar o treinamento no uso do torniquete e aumentar a conscientização sobre os riscos do uso prolongado ou inadequado do torniquete [25].

A dificuldade de distinguir se as complicações surgem da própria lesão primária ou do uso do torniquete (apropriado ou não) tem sido um desafio significativo. A gravidade da lesão primária pode ser

um fator de confusão na análise dos desfechos, uma vez que os membros mais lesionados também são mais propensos a exigir um torniquete, acrescentando um viés importante a esses estudos. A natureza observacional e retrospectiva da maioria deles também configura vieses que tornam improvável a diferenciação entre os dois casos. Isso destaca a importância de mais pesquisas sobre a prevenção, diagnóstico, avaliação e tratamento de complicações relacionadas ao torniquete.

No entanto, mesmo considerando a possibilidade de complicações serem causadas diretamente pelo torniquete, resultando em danos temporários ou permanentes, vale ressaltar que ele não deve ser desconsiderado como um método valioso de controle de hemorragias. Quando confrontado com uma lesão ameaçadora nas extremidades, a possibilidade de complicações deve sempre ser considerada, mas nunca ser a única razão para descartar esse método de hemostasia que salva vidas.

Conclusão

Embora os torniquetes sejam eficazes no controle da hemorragia nas extremidades, seu uso está associado a complicações significativas, principalmente quando aplicados por períodos prolongados de tempo ou de forma inadequada. As complicações mais frequentemente relatadas foram paralisia nervosa, síndrome do compartimento, rabdomiólise, lesão renal aguda e eventos tromboembólicos. Fortalecer o treinamento de profissionais de saúde e socorristas leigos é essencial para reduzir complicações e melhorar a tomada de decisões clínicas.

Futuras oportunidades de pesquisa devem considerar: (1) estudos prospectivos intervencionistas randomizados controlados com o objetivo de comparar o uso de torniquetes com diferentes métodos de controle de hemorragias (tanto em relação à sua eficácia quanto à associação com complicações); (2) desenvolvimento e validação de escores fáceis de usar prevendo complicações e a necessidade de amputação em ambientes civis e militares, incluindo extremidades superiores e inferiores, para melhor orientar as decisões clínicas e diretrizes futuras; (3) desenvolvimento de melhores maneiras de ensinar os profissionais leigos a reconhecer sangramento com risco de vida; e (4) desenvolvimento de diretrizes para o momento da perda, remoção ou conversão do torniquete.

Contribuições dos autores

M.A.F.R.J desenvolveu o conceito e a ideia; A.X.T, G.C.F, V.R.V, M.M.R realizaram a busca na literatura e seleção de artigos; A.X.T, G.C.F, V.R.V, M.M.R, M.A.F.R.J escreveu o artigo; M.A.F.R.J, S.M.H, T.M.S revisou o manuscrito e fez sugestões de melhoria; Todos os autores revisaram o manuscrito final.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum financiamento.

Disponibilidade de dados

Nenhum conjunto de dados foi gerado ou analisado durante o estudo atual.

Declarações

Aprovação ética e consentimento para participar

considerando a natureza do estudo, as declarações de ética, consentimento para participar e consentimento para publicar NÃO são aplicáveis.

Interesses conflitantes

Nenhum dos autores apresentou interesses conflitantes relacionados a este estudo.

Detalhes do autor

¹ Departamento de Cirurgia Geral, Hospital Angeles Lomas, Cidade do México, México

² Departamento de Cirurgia Geral, Hospital Municipal Dr. José de Carvalho Florence, São José dos Campos, São Paulo (SP) Brasil

³ R Adams Cowley Shock Trauma Center, Departamento de Cirurgia, Universidade de Maryland, Baltimore, EUA

⁴ Departamento de Cirurgia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Sorocaba (SP) Brasil

Recebido: 21 Abril 2025 / Aceito: 29 Maio 2025

Published online: 25 June 2025

Referências

1. Tang X, Nie Y, Wu S, DiNenna MA, He J. Eficácia dos cursos de interrupção do sangramento: uma revisão sistemática e meta-análise. *J Surg Educ.* 2022; 80(3):407–19. <https://doi.org/10.1016/j.j Surg.2022.10.007>.
2. JH Breasted. O médico egípcio. *Vida Médica.* 1930; 37(5):253– 61.
3. Petit JL. Tratado sobre Doenças dos Ossos. Volume 2. Paris: Méquignon; 1817.
4. SD. Um manual de cirurgia militar. J.B. Lippincott; 1861.
5. Esmarch F. O tratamento de feridas de guerra. D. Appleton; 1877.
6. Mordomo F, Holcomb JB, Dorlac W, Gurney J, Inaba K, Jacobs L, Mabry B, Meoli M, Montgomery H, Otten M, Shackelford S, Tadlock MD, Wilson J, Humeniuk K, Linchevsky O, Danyliuk O. Quem precisa de um torniquete? E quem não gosta? Lições aprendidas com uma revisão do uso de torniquetes na guerra russo-ucraniana. *J Trauma Acute Care Surg.* 2024. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000000439>.
7. McEwen JA. (nd). Mecanismos e prevenção de lesões. <https://tourniquets.org/tourniquet-injuries-mechanisms-and-prevention/>
8. Ko Y-C, Tsai T-Y, Wu C-K, Lin K-W, Hsieh M-J, Lu T-P, Matsuyama T, Chiang W-C, Ma MH-M. Eficácia e segurança da utilização do torniquete para trauma de extremidade vascular civil em ambientes pré-hospitalares: uma revisão sistemática e meta-análise. *Mundo J Emerg Surg.* 2024; 19(1). <https://doi.org/10.1186/s13017-024-00536-9>.
9. Malo C, Bernardin B, Nemeth J, Khwaja K. Colocação prolongada de torniquete pré-hospitalar associada a complicações graves: relato de caso. *CJEM.* 2015; 17(4):443– 6. <https://doi.org/10.1017/cem.2014.44>.
10. Yañez C, Ottolino P, Pereira BM, Lima DS, Guemes A, Khan M, Ribeiro Junior MAF. Uso de torniquete para hemorragia de membros civis: revisão sistemática da literatura. *Revista Do Colégio Brasileiro De Cirurgiões.* 2021;48. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202783>.
11. Johnston LR, Parker WJ, Walker P, Bradley MJ. Torniquetes *Curr Trauma Rep.* 2024b. <https://doi.org/10.1007/s40719-024-00272-0>.
12. Masri BA, Eisen A, Duncan CP, McEwen JA. As lesões de compressão nervosa induzidas por torniquete são causadas por altos níveis de pressão e gradientes - uma revisão das evidências para orientar o uso seguro de restrição cirúrgica, pré-hospitalar e de fluxo sanguíneo. *BMC Biomedical Eng.* 2020; 2(1). <https://doi.org/10.1186/s42490-020-00041-5>.
13. Schroll R, Smith A, Alabaster K, Schroepel TJ, Stillman ZE, Teicher EJ, et al. Análise prospectiva multicêntrica AAST do uso de torniquete pré-hospitalar para trauma de extremidade. *J Trauma Acute Care Surg.* 2022; 92(6):997– 1004. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000355>.
14. Mikdad S, Mokhtari AK, Luckhurst CM, Breen KA, Liu B, Kaafarani HM, Velmahos G, Mendoza AE, Bloemers FW, Saillant N. Implicações da campanha nacional de parar o sangramento: o pêndulo oscilante da aplicação de torniquete pré-hospitalar em trauma de membro civil. *J Trauma Acute Care Surg.* 2021; 91(2):352– 60.
15. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, Moher D, Peters MDJ, Horsley T, Weeks L, Hempel S, Akl EA, Chang C, McGowan J, Stewart L, Hartling L, Aldcroft A, Wilson MG, Garrity C, Lewin S, Godfrey CM, Macdonald MT, Langlois EV, Soares-Weiser K, Moriarty J, Clifford T, Tunçalp Ö, Straus SE. Lista de verificação e explicação. *Ann Estagiária Med.* 2018; 169(7):467– 73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>. Epub 2018 4 de setembro. PMID: 30178033. Extensão PRISMA para revisões de escopo (PRISMA-ScR).
16. Leia DJ, Wong J, Liu R, Gumm K, Anderson D. Uso de torniquete pré-hospitalar em trauma de extremidade civil: um estudo observacional australiano. *ANZ J Cirurgia* 2023; 93(7– 8):1896– 900. <https://doi.org/10.1111/ans.18492>.
17. Wellme E, Mill V, Montán C. Avaliando o uso de torniquete no atendimento pré-hospitalar suco para trauma de extremidade civil. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2021; 47(6):1861– 6. <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01341-0>.
18. Bedri H, Ayoub H, Engelbart JM, Lilienthal M, Galet C, Skeete DA. Aplicação de torniquete para controle de sangramento em um sistema de trauma rural. *Atendimento de emergência pré-hospitalar.* 2022; 26(2):246– 54. <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1868635>.
19. Jazottes H, Chammas M, Lazerges C, Coulet B, Charbit J, Chammas PE. Morbidade associada ao torniquete pré-hospitalar de membro superior em trauma civil: Uma série de casos. *Reabilitação de Hand Surg.* 2024;101752. <https://doi.org/10.1016/j.hansvocê.2024.101752>.
20. Covey DC, Gentchos CE. Torniquetes de campo em um ambiente militar austero: uma série de casos prospectivos. *Lesão.* 2022; 53(10):3240– 7. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.07.044>.
21. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST Jr. Os critérios objetivos preveem com precisão a amputação após trauma de membros inferiores. *J Trauma.* 1990; 30(5):568– 72. <https://doi.org/10.1097/00005373-199005000-00007>. discussão 572-3. PMID: 2342140.
22. Ege T, Unlu A, Tas H, Bek D, Turkan S, Cetinkaya A. Confiabilidade do escore de gravidade da extremidade mutilada em lesões de membros superiores e inferiores relacionadas ao combate. *Indian J Orthop.* 2015 novembro-dezembro; 49(6):656– 60. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.168759>. Errata em: *Indian J Orthop.* 2016 maio-junho; 50(3):338. Doi: 10.4103/0019-5413.181808. PMID: 26806974; PMCID: PMC4705733.
23. Kumar RS, Singhi PK, Chidambaram M. Estamos justificados a fazer o procedimento de salvamento ou amputação com base no escore de gravidade da extremidade mutilada na lesão da extremidade superior mutilada. *J Orthop Case Rep.* 2017 janeiro-fevereiro; 7(1):3– 8. <https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.662>. PMID: 28630829; PMCID: PMC5458693.
24. Yoneda H, Takeda S, Saeki M, Iwatsuki K, Yamamoto M, Tatebe M, Hirata H. Utilidade dos sistemas de pontuação de gravidade para salvamento de membros superiores mutilados: uma revisão sistemática e meta-análise. *Lesão.* 2024; 55(4):111447. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111447>. Epub 2024 24 de fevereiro. PMID: 38417237.
25. Stevens RA, Baker MS, Zubach OB, Samotowka M. (2024). Uso indevido de Tour-Medicina militar, 189(11– 12), 304– 308. <https://doi.org/10.1093/milmed/usa503> PMID: 38242075.

Nota do editor

A Springer Nature permanece neutra em relação a reivindicações jurisdicionais em mapas publicados e afiliações institucionais.