

Papel do Torniquete com Haste de Torção no Uso de Torniquete Improvisado em um Modelo de Hemorragia com Manequim

*Matthew P. Altamirano; John F. Kragh Jr, MD;
James K. Aden 3rd, PhD; Michael A. Dubick, PhD*

RESUMO

Introdução: Em emergências nas quais torniquetes comercialmente projetados não estão disponíveis, a hemorragia pode precisar ser controlada com torniquetes improvisados. Após o atentado à Maratona de Boston, nenhum torniquete improvisado com faixa e haste de torção foi utilizado para tratar as vítimas; foram utilizados torniquetes sem haste de torção. O objetivo do presente estudo é determinar a eficácia de torniquetes improvisados com e sem haste de torção para melhor compreender o papel da haste de torção no aperto da faixa do torniquete. **Métodos:** Foi elaborado um experimento para testar a eficácia de torniquetes improvisados do tipo faixa e haste de torção confeccionados a partir de uma camiseta, aplicados na coxa de um manequim. Dois usuários realizaram 40 testes cada, com e sem o uso de haste de torção. **Resultados:** Sem haste de torção, os torniquetes improvisados falharam em interromper o sangramento em 99% dos testes (79 de 80 testes). Com haste de torção, os torniquetes improvisados falharam em interromper o sangramento em 32% dos testes ($p < 0,0001$). Nos testes sem haste de torção, as tentativas de interromper completamente o pulso falharam em 100% dos casos (80 de 80 testes). Com haste de torção, entretanto, as tentativas de interromper o pulso falharam em 31% das vezes (25 de 80 testes); a diferença entre as proporções foi significativa ($p < 0,0001$). **Conclusões:** Torniquetes improvisados do tipo faixa e haste de torção foram mais eficazes do que aqueles sem haste de torção, pois a haste proporcionou vantagem mecânica ao usuário. No entanto, torniquetes improvisados do tipo faixa e haste de torção falharam em controlar a hemorragia em 32% dos testes.

PALAVRAS-CHAVE: primeiros socorros; hemorragia; torniquetes; choque; controle de danos; torniquete improvisado; torniquete caseiro; faixa com haste de torção

Introdução

Explosões na Boylston Street, próximas à movimentada linha de chegada da Maratona de Boston de 2013, causaram mais de 260 vítimas, o que levou as pessoas nas proximidades a improvisarem torniquetes para estancar o sangramento em membros.^{1,2} Esses primeiros respondentes confeccionaram torniquetes a partir de roupas, como camisetas de corredores próximos ou de lojas danificadas pela explosão, para uso em vítimas que estavam em risco de morte por exsanguinação devido a ferimentos.

Não mais meros espectadores, esses socorristas prestaram primeiros socorros ao envolver e apertar uma camisa em torno de um membro, e esses torniquetes improvisados supostamente ajudaram a salvar vidas.⁴ Esses torniquetes de campo foram substituídos nos hospitais por curativos, torniquetes comerciais ou manguitos de pressão arterial^{2,3}; observadores notaram que os torniquetes improvisados pelos primeiros socorristas foram ineficazes, pois a hemorragia não foi controlada.^{1,2} A contradição entre salvar vidas e ser ineficaz indica confusão e a necessidade de compreender melhor os torniquetes improvisados. Essa confusão e contradição existem fundamentalmente porque praticamente não há pesquisas substanciais sobre o uso ideal de torniquetes improvisados. Essa falta de pesquisa deixa lacunas no conhecimento quanto às melhores práticas no uso de torniquetes.

O design com faixa e haste de torção é uma forma antiga de usar uma haste para enrolar uma faixa mais firmemente ao redor de um membro; um passo fundamental na improvisação de torniquetes é torcer a faixa com uma haste de torção para obter vantagem mecânica no aperto. No entanto, até onde sabemos, ninguém em Boston relatou o uso de haste de torção com um torniquete improvisado. Se o papel da haste de torção fosse esclarecido, a prática do uso de torniquetes poderia ser aprimorada. Uma teoria é que uma faixa apertada de forma inadequada pode ocluir as veias do membro, mas não as artérias; torniquetes venosos controlam o sangramento venoso, enquanto torniquetes arteriais controlam tanto o sangramento venoso quanto o arterial. Se assim for, um torniquete venoso pode ser eficaz apenas para sangramento venoso e não para sangramento arterial.⁵ Além disso, tal eficácia para hemorragia venosa pode ser apenas breve, já que sangramento paradoxal pode ocorrer em seguida.⁵

O objetivo do presente estudo é determinar a eficácia de torniquetes improvisados com e sem haste de torção para melhor compreender o papel da haste de torção na obtenção de vantagem mecânica no aperto da faixa do torniquete.

Métodos

Este estudo foi conduzido sob um protocolo revisado e aprovado pela Divisão de Conformidade Regulatória do Instituto de Pesquisa Cirúrgica do Exército dos Estados Unidos.

Estima-se que o ônus para o público referente à coleta de informações seja, em média, de 1 hora por resposta, incluindo o tempo para revisar instruções, pesquisar fontes de dados existentes, reunir e manter os dados necessários, bem como concluir e revisar a coleta de informações. Envie comentários sobre essa estimativa de ônus ou sobre qualquer outro aspecto desta coleta de informações, incluindo sugestões para reduzir esse ônus, para Washington Headquarters Services, Directorate for Information Operations and Reports, 1215 Jefferson Davis Highway, Suite 1204, Arlington, VA 22202-4302. Os respondentes devem estar cientes de que, independentemente de qualquer outra disposição legal, nenhuma pessoa estará sujeita a penalidade por deixar de cumprir uma coleta de informações caso ela não exiba um número de controle OMB atualmente válido.

1. DATA DO RELATÓRIO
01 JAN 2015

2. TIPO DE RELATÓRIO
N/A

3. PERÍODO ABRANGIDO

4. TÍTULO E SUBTÍTULO

Papel da Haste de Torção no Uso de Torniquete Improvisado em um Modelo de Hemorragia com Manequim

5a. NÚMERO DO CONTRATO

5b. NÚMERO DA SUBVENÇÃO

5c. NÚMERO DO ELEMENTO DO PROGRAMA

6. AUTOR(ES)

Altamirano, M. P.; Kragh, J. F., Jr.; Aden, J. K., 3º; Dubick, M. A.

5d. NÚMERO DO PROJETO

5e. NÚMERO DA TAREFA

5f. NÚMERO DA UNIDADE DE TRABALHO

7. NOME(S) E ENDEREÇO(S) DA ORGANIZAÇÃO EXECUTORA

United States Army Institute of Surgical Research, JBSA Fort Sam Houston, TX 78234

8. NÚMERO DO RELATÓRIO DA ORGANIZAÇÃO EXECUTORA

9. NOME(S) E ENDEREÇO(S) DA AGÊNCIA PATROCINADORA/DE MONITORAMENTO

10. SIGLA(S) DO PATROCINADOR/MONITOR

11. NÚMERO(S) DO RELATÓRIO DO PATROCINADOR/MONITOR

12. DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO/DISPONIBILIDADE
Aprovado para divulgação pública, distribuição ilimitada

13. NOTAS SUPLEMENTARES

14. RESUMO

15. TERMOS-CHAVE

16. CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DE:

a. RELATÓRIO
não classificado

b. RESUMO
não classificado

c. ESTA PÁGINA
não classificada

17. LIMITAÇÃO DO RESUMO SAR

18. NÚMERO DE PÁGINAS
6

19a. NOME DA PESSOA RESPONSÁVEL

Um experimento laboratorial foi elaborado para comparar a função de torniquetes improvisados com e sem o uso de haste de torção. O desenho do estudo foi baseado nas ações dos primeiros socorristas em Boston.

O grupo de estudo consistiu em um conjunto de testes de um modelo de torniquete improvisado com haste de torção. O design com faixa e haste de torção incluía uma faixa feita a partir de uma camiseta de algodão; a camiseta foi utilizada em cada teste. Para este experimento, um conjunto de hashis de bambu padrão foi utilizado como mecanismo de haste de torção; utilizamos seis hashis unidos com fita adesiva, formando funcionalmente uma única haste de torção. A haste manteve-se firmemente agrupada. Após ser inserida no nó do torniquete, a haste era torcida pelo usuário em giros de 180°, apertando assim a faixa do torniquete. O grupo controle foi constituído de forma semelhante ao grupo de estudo, exceto pelo fato de que não foi utilizada haste de torção.

Havia dois usuários do torniquete — um experiente e um inexperiente no uso de torniquetes. O usuário experiente sempre precedia o inexperiente, e o grupo controle era testado por cada usuário antes do grupo de estudo. Foram realizados 40 testes por grupo por usuário; assim, cada usuário realizou 80 testes (40 testes × dois grupos × dois usuários), totalizando 160 testes no experimento.

Uma camiseta preta (levemente usada, algodão, manga curta, tamanho grande masculino; Lands' End, Inc.; www.landsend.com) foi utilizada nos ensaios. A camiseta foi dobrada para formar uma faixa que circundasse o membro. A linha de dobra foi diagonal, de uma manga até a cintura oposta, para maximizar o comprimento circunferencial ao redor da coxa. Os usuários envolveram a camiseta ao redor do manequim na porção proximal da coxa, fazendo um meio-nó e puxando firmemente para manter a tensão na faixa e gerar pressão sobre a pele subjacente. O usuário encerrava o teste quando uma das três condições ocorria: (1) a hemorragia era controlada; (2) havia futilidade após tentativas repetidas de gerar tensão suficiente (tentativas repetidas resultavam apenas em falha contínua); ou (3) ocorria uso inseguro (por exemplo, laceração da pele do manequim).

Quando a haste de torção era testada, o mesmo procedimento era utilizado, exceto pelo fato de que o usuário posicionava a haste sobre o meio-nó e então fazia outro meio-nó sobre a haste antes de torcê-la para enrolar o nó e, supostamente, criar maior tensão na faixa.

Os torniquetes foram testados em um manequim em laboratório. Os investigadores utilizaram um HapMed™ Leg Tourniquet Trainer (CHI Systems Inc.; www.chisystems.com/index.php) — uma coxa direita simulada (perna número 000F) com lesão de amputação acima do joelho foi o aparato de teste.⁶

O quadril medial possuía um computador embutido que incluía um painel sensível ao toque semelhante ao de um smartphone. O software (versão 1.9, CHI Systems Inc.; www.chisystems.com/index.php), integrado à coxa, permitia que o manequim funcionasse de forma independente e fosse operado por meio do toque do usuário no painel. A coxa não continha sangue, mas o sangramento era representado por luzes vermelhas que transiluminavam a ferida. O número de luzes acesas representava a taxa de sangramento — todas as 26 luzes acesas indicavam sangramento máximo; nenhuma luz acesa indicava que o sangramento havia cessado. Os usuários apertavam os torniquetes até perceberem que o sangramento simulado havia parado ou até que os esforços se mostrassem fúteis. Pulsos arteriais eram palpáveis na região da artéria poplítea atrás do joelho. O tempo para controle da hemorragia foi definido como o intervalo desde o início da aplicação até a cessação do sangramento, evidenciada pela ausência de luzes. A eficácia foi definida como a interrupção da perda de sangue. Quando a hemostasia era alcançada, os usuários paravam de girar as hastes de torção. As configurações do manequim incluíam uma taxa constante de hemorragia (635 mL/min); o tempo até exsanguinação nesse cenário era de 4 minutos — 240 segundos para aplicar o torniquete com sucesso. O sistema informava o volume de perda sanguínea calculado pelo produto da taxa de hemorragia pelo tempo até o controle da hemorragia. A vítima tinha porte físico médio e o cenário configurado era "Care Under Fire", um ambiente semelhante ao atendimento de emergência sob fogo inimigo.

O desfecho crítico foi a eficácia (hemorragia controlada: sim ou não). Um desfecho importante foi a ausência de pulso palpável distal ao torniquete (sim ou não). Desfechos secundários incluíam tempo até a cessação do sangramento (segundos), pressão aplicada à pele pelo torniquete (mmHg) e volume de perda sanguínea (mL). A eficácia, o tempo para interromper o sangramento e a pressão foram medidos pelo manequim, enquanto a interrupção do pulso foi avaliada pelo usuário. Historicamente, um limiar tem sido utilizado como guia aproximado para a eficácia do torniquete, de modo que, quando 80% ou mais das aplicações são eficazes, considera-se que o torniquete atingiu um nível mínimo de confiabilidade — a chamada "solução de 80%".⁸ Estatísticas descritivas foram utilizadas para analisar os resultados. Para variáveis categóricas, foi utilizado o teste do qui-quadrado, e os valores de p da razão de verossimilhança foram reportados (SAS Institute Inc.; www.sas.com). Para variáveis contínuas, foi utilizado um modelo misto com o usuário como efeito aleatório, pois houve clara diferença entre usuários nos resultados.⁸ Os limites de confiança foram intervalos de confiança de 95% ajustados pelo método de Wald. A significância dos resultados foi estabelecida quando os valores de p foram inferiores a 0,05.

Resultados

O Papel da Haste de Torção no Uso de Torniquete Improvisado com Faixa e Haste de Torção

Sem haste de torção, os torniquetes improvisados falharam em interromper o sangramento em 79 de 80 testes (99%; IC 95%,

93%–100%) (Tabela 1). Com haste de torção, os torniquetes improvisados falharam em interromper o sangramento em 26 de 80 testes (32%; IC 95%, 23%–43%) (Tabela 1). A diferença entre as proporções, 99% versus 32%, foi estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). No entanto, nenhum dos grupos foi confiavelmente eficaz: tanto com quanto sem haste de torção, os torniquetes improvisados não atingiram 80% de eficácia, o limiar mínimo de eficácia confiável.

Tabela 1 Resultados do Controle da Hemorragia por Uso ou Não de Haste de Torção

Windlass Used	Failed Hemorrhage Control		Total Tests, No.
	Tests, No. (%)	Adjusted Wald 95% CI	
No	79 (99)	93%–100%	80
Yes	26 (32)	23%–43%	80

Nota: IC, intervalo de confiança.

Os resultados do pulso foram praticamente os mesmos que os resultados do controle da hemorragia, no sentido de que a haste de torção desempenhou papel importante no desempenho do torniquete improvisado (Tabela 2). Nos testes sem haste de torção, as tentativas de interromper o pulso falharam em todas as ocasiões (80 de 80 testes, 100%; IC 95%, 96%–100%). Com haste de torção, entretanto, as tentativas de interromper o pulso falharam em 31% (IC 95%, 22%–42%) dos casos (25 de 80 testes); a diferença entre as proporções foi significativa ($p < 0,0001$). A semelhança entre os resultados de interrupção do pulso e controle da hemorragia indicou que os dois fenômenos estavam intimamente relacionados.

O tempo médio até a cessação do sangramento sem haste de torção foi de 59 segundos (IC 95%, 54–64 segundos), e todos os testes, exceto um, sem haste de torção terminaram em falha (79 de 80 testes; IC 95%, 93%–100%). Por outro lado, o tempo médio até a cessação do sangramento com haste de torção foi de 98 segundos (IC 95%, 90–105 segundos), e 32% (26 de 80 testes; IC 95%, 23%–43%) dos testes terminaram em falha. A diferença entre os tempos médios foi significativa ($p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 28–48).

Tabela 2 Resultados da Interrupção do Pulso por Uso ou Não de Haste de Torção

Windlass Used	Failed Pulse Cessation		Total Tests, No.
	Tests, No. (%)	Adjusted Wald 95% CI	
No	80 (100)	96%–100%	80
Yes	25 (31)	22%–42%	80
Total	105		160

Nota: IC, intervalo de confiança.

A pressão média aplicada sem haste de torção foi de 46 mmHg (IC 95%, 35–58 mmHg), enquanto com haste de torção,

foi de 114 mmHg (IC 95%, 92–136 mmHg; $p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 42–92 mmHg). O uso da haste de torção aumentou a pressão sob o torniquete em comparação com a não utilização da haste.

O volume médio de perda sanguínea sem haste de torção foi de 415 mL (IC 95%, 383–446 mL) e, com haste de torção, foi de 648 mL (IC 95%, 596–700 mL; $p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 172–294 mL). Quando a perda sanguínea foi medida como volume por tempo, os testes com haste de torção apresentaram sangramento médio de 6,7 mL/s (IC 95%, 6,5–6,9 mL/s) até que o sangramento fosse interrompido, enquanto os testes sem haste de torção apresentaram sangramento médio de 7,1 mL/s (IC 95%, 6,9–7,3 mL/s) durante todo o período do teste.

O Papel do Usuário

Houve resultados interessantes que variaram conforme o usuário. Mesmo levando em consideração o efeito do usuário nos métodos estatísticos, houve um efeito muito significativo do uso da haste de torção. Para ambos os usuários, os resultados dos testes sem haste foram semelhantes, pois quase todos os testes falharam. Entretanto, os testes com haste de torção variaram conforme o usuário.

O usuário com mais experiência realizou testes mais rápidos (tempo médio, 70 segundos vs. 87 segundos; $p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 6–27 segundos). Com esses tempos menores para interromper o sangramento, o volume médio de perda sanguínea também foi menor para o usuário mais experiente (volume médio, 458 mL vs. 604 mL; $p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 78–213 mL). No entanto, os usuários diferiram amplamente quanto à pressão aplicada. A pressão média aplicada pelo usuário experiente foi de 15 mmHg, enquanto o usuário menos experiente aplicou pressão média de 145 mmHg ($p < 0,0001$; IC 95% para a diferença, 111–148 mmHg). Com base nesses resultados, decidimos que era necessário considerar o usuário como um efeito aleatório no modelo estatístico misto ao comparar o tipo de haste de torção para os fatores de interesse: tempo para interromper o sangramento, pressão, perda sanguínea e perda sanguínea por segundo.

Discussão

O primeiro achado principal do presente estudo é que o desempenho dos torniquetes improvisados variou conforme o design, sendo que o método com faixa e haste de torção apresentou desempenho substancialmente superior ao da faixa sem haste. Os torniquetes com haste de torção apresentaram maiores proporções de testes com controle da hemorragia, maiores proporções de testes com pressões adequadas e menores taxas de perda sanguínea. Os volumes médios de perda sanguínea com haste de torção foram maiores porque esses testes foram de forma consistente eficazes e duraram mais tempo, enquanto os testes sem haste não foram consistentemente eficazes e terminaram mais cedo. O uso da haste de torção tem, historicamente, a finalidade de proporcionar vantagem mecânica no aperto de um torniquete. De fato, essa função da haste não é específica dos torniquetes, mas também se aplica a máquinas de tração e elevação compostas por um tambor ou cilindro envolto por uma corda e acionado por uma manivela.

Windlass é uma palavra em inglês derivada da combinação, no idioma nórdico antigo, de vinda (enrolar) + ass (significando haste), e as hastes de torção são comuns em áreas tão diversas quanto navegação marítima, indústria, trabalhos com cordas e esportes que envolvem cordas, como o montanhismo.¹⁰ No caso dos torniquetes improvisados, o membro e a faixa são análogos ao cilindro e à corda, respectivamente. O papel da haste de torção é proporcionar vantagem mecânica ao aumentar o braço de alavanca do torque aplicado para torcer a faixa com maior firmeza.

O segundo achado principal do presente estudo é que, embora a haste de torção tenha funcionado quando comparada à ausência de haste, o uso de torniquetes improvisados, de modo geral, não foi confiável (a haste não atingiu 80% ou mais de eficácia). A haste proporcionou a vantagem mecânica necessária para aumentar a eficácia, mas esse aumento foi insuficiente para torná-la confiável. A experiência do Exército dos Estados Unidos no treinamento de usuários de torniquete ilustra o problema da ineficácia dos torniquetes improvisados. Desde 2001, o Departamento de Treinamento de Socorristas de Combate, uma seção-chave do Centro e Escola do Departamento Médico do Exército dos EUA, realizou um amplo esforço para treinar socorristas no uso de torniquetes improvisados. Houve um período em que o antigo torniquete de faixa e fivela da Segunda Guerra Mundial caiu em desuso no Exército, e o atual torniquete padrão Combat Application Tourniquet (Composite Resources Inc.; <http://composite-resources.com>

) ainda não havia sido adotado. A técnica de torniquete improvisado com design de faixa e haste de torção era a opção restante para uso. No entanto, os instrutores avaliaram o torniquete improvisado como não confiável, pois não podia ser tornado consistentemente eficaz nas mãos de socorristas em treinamento (Donald Parsons, comunicação pessoal, 2013). A experiência dos socorristas do Exército, dos investigadores do presente estudo e dos primeiros respondentes em Boston foi semelhante, no sentido de que os torniquetes improvisados são desafiadores de usar adequadamente e não são confiáveis no controle da hemorragia. A polícia de Boston adquiriu torniquetes comerciais para a Maratona de Boston de 2014, possivelmente devido ao fraco desempenho dos torniquetes improvisados.¹⁰ Em 2015, Stewart et al. revisaram o uso de torniquetes improvisados e recomendaram sua consideração para uso emergencial quando nenhum torniquete cientificamente projetado estiver disponível, além de aumentarem a conscientização sobre a necessidade de torniquetes improvisados e ajudarem a legitimar a pesquisa nessa área.¹² Com base nos achados do presente estudo, recomenda-se a busca por melhores designs de torniquetes improvisados; os modelos comumente recomendados ou utilizados demonstraram ser não confiáveis. Tais recomendações e usos devem ser reconsiderados.

O primeiro achado secundário do presente estudo foi que o design improvisado de faixa e haste de torção apresentou deformação da pele durante o uso, indicando que pode ser mais doloroso do que um torniquete bem projetado.

Quando o usuário continuava a torcer o nó com a haste de torção, a faixa frequentemente arrastava uma dobra de pele para a prega do nó de forma espiralada e em camadas. Essa espiral aplica uma força cortante intensa à pele, causando danos que podem provocar dor por beliscamento. A dor do torniquete varia, em parte, de acordo com o design do torniquete, e há registros históricos que indicam que torniquetes mal projetados, como os improvisados, são mais dolorosos do que torniquetes bem projetados.^{4,31,42}

O usuário experiente do presente estudo realizou milhares de testes com diversos designs de torniquete, e os resultados mais dolorosos ocorreram com o design improvisado de faixa e haste de torção utilizado neste estudo. O usuário experiente já havia atendido muitos pacientes, enquanto o usuário inexperiente tinha treinamento mínimo em técnicas de torniquete e nenhuma experiência em cuidados de saúde. Devido a essa diferença, quando o especialista usava a haste e o torniquete beliscava severamente a pele, ele instintivamente interrompia o teste cedo. A espiral arrancava fragmentos de pele de silicone e rasgava buracos na pele, fazendo o especialista estremecer em empatia pelo manequim simulado. O outro usuário continuava a torcer a haste até que o sangramento parasse, sem se preocupar com a deformidade ou dano à pele. Sem conhecer a dor provável e o dano iatrogênico que teria ocorrido se o sujeito fosse vivo, o usuário menos experiente não tinha experiência para limitar sua torção. Tornar torniquetes improvisados mais eficazes de forma agressiva também os tornava menos seguros. O entendimento atual sobre a relação entre eficácia e segurança ainda não está totalmente desenvolvido.

O segundo achado secundário do presente estudo foi que os torniquetes sem haste de torção eram, na maioria, torniquetes venosos e não arteriais. A pressão aplicada à pele ao puxar a camiseta foi, em média, apenas 46 mmHg sem o uso da haste. Essa pressão é insuficiente para um torniquete arterial confiável, mas fornece pressão suficiente para reduzir o sangramento venoso. O torniquete de faixa sem haste foi modelado diretamente a partir de relatos de primeira mão de Boston e falhou 98% das vezes, indicando que a maioria desses torniquetes usados em Boston provavelmente também falhou em fornecer controle efetivo da hemorragia. O presente experimento fornece evidências claras, coerentes e concisas de que a técnica de Boston provavelmente era uma técnica de torniquete venoso. Essa explicação esclarece simultaneamente os achados de Boston, explica os resultados experimentais e cumpre o objetivo do estudo. A educação pode mitigar a confusão dos usuários individuais de torniquete; a conscientização aprimorada sobre o uso de torniquetes venosos versus arteriais pode ajudar os usuários a se tornarem mais eficazes.

As limitações do presente estudo estão relacionadas ao seu desenho experimental. Os resultados foram obtidos por meio de um experimento e não através do atendimento a pacientes.

Portanto, os resultados baseiam-se na suposição de que o manequim se comportou como um paciente sangrando, mas o manequim não apresenta resposta à dor. Se a força excessiva do usuário inexperiente distorceu os resultados em direção a maior eficácia, então, quando pacientes reais sentirem dor, os resultados no mundo real podem se assemelhar mais aos do usuário experiente. Um experimento controlado não é tão caótico quanto situações de múltiplas vítimas, que envolvem outras considerações, como fatores humanos, diferentes níveis de assistência médica e desempenho do usuário do torniquete sob situações estressantes com distrações associadas. Dadas essas limitações, o entendimento atual sobre torniquetes improvisados não permite uma recomendação definitiva sobre o design ideal ou a melhor técnica de uso.

Direções futuras para pesquisa incluem estudar outros propósitos, como analisar mais usuários para entender melhor a variabilidade de habilidade entre eles, avaliar a capacidade de leigos em utilizar torniquetes, analisar curvas de aprendizado de usuários com experiência crescente pelo número de usos, e avançar para preencher as muitas lacunas empíricas de conhecimento sobre o uso de torniquetes improvisados, como quais técnicas são melhores, quais designs de dispositivos são mais eficazes e quais programas de treinamento são superiores. A busca por designs melhores de torniquetes improvisados parece justificada. É necessário um entendimento mais profundo da relação entre eficácia e segurança. Uma vez preenchidas essas lacunas por meio de pesquisa, a compreensão do usuário sobre torniquetes e seu uso mecânico em primeiros socorros poderá ser aprimorada, direcionando os cuidados atuais para os melhores cuidados possíveis.

Em resumo, o torniquete improvisado de faixa e haste de torção foi mais eficaz do que o mesmo torniquete de faixa sem haste, pois a haste permitiu que o usuário obtivesse vantagem mecânica. No entanto, o torniquete improvisado de faixa e haste de torção apresentou apenas 68% de eficácia, e essa taxa não atingiu o limiar mínimo de confiabilidade de 80%.

Aviso

As opiniões ou afirmações contidas neste documento refletem apenas os pontos de vista privados dos autores e não devem ser interpretadas como oficiais ou refletindo a visão do Departamento de Defesa ou do Governo dos EUA. Os autores são empregados do Governo dos EUA. Este trabalho foi preparado como parte de suas funções oficiais e, como tal, não há direitos autorais a serem transferidos.

Divulgação

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Eikermann M, Velmahos G, Abbara S, et al. Case records of the Massachusetts General Hospital. Case 11-2014. A man

- with traumatic injuries after a bomb explosion at the Boston Marathon. *N Engl J Med*. 2014;370:1441–1451.
2. 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):594–599.
3. Caterson EJ, Carty MJ, Weaver MJ, Holt EF. Boston bombings: a surgical view of lessons learned from combat casualty care and the applicability to Boston's terrorist attack. *J Craniofac Surg*. 2013;24:1061–1067.
4. Stoebe M. "Tourniquet, millennia-old medical device, saved lives in Boston marathon bombing." *The Huffington Post*. 18 April 2013. http://www.huffingtonpost.com/2013/04/18/tourniquet-boston-marathon-explosions_n_3109055.html. Accessed 21 July 2014.
5. Kragh JF Jr, O'Neill ML, Walters TJ, et al. The military emergency tourniquet program's lessons learned with devices and designs. *Mil Med*. 2011;176:1144–1152.
6. Clumpner BR, Polston RW, Kragh JF Jr, et al. Single versus double routing of the band in the combat application tourniquet. *J Spec Oper Med*. 2013;13:34–41.
7. Polston RW, Clumpner BR, Kragh JF Jr, et al. No slackers in tourniquet use to stop bleeding. *J Spec Oper Med*. 2013;13:12–19.
8. Kragh JF Jr, Walters TJ, Westmoreland T, et al. Tragedy into drama: an American history of tourniquet use in the current war. *J Spec Oper Med*. 2013;13:5–25.
9. Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, et al. *SAS for Mixed Models*. 2nd ed. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2006.
10. *The American Heritage Dictionary of the English Language*, New College Edition. Boston, MA: Houghton-Mifflin; 1980.
11. Johnson K. "Marathon bombing prompts police to carry tourniquets." *USA Today*. 17 April 2014. <http://www.usatoday.com/story/news/nation/2014/04/17/boston-marathon-bombing-police/7829557/>. Accessed 29 July 2014.
12. Stewart SK, Duchesne JC, Khan MA. Improvised tourniquets: Obsolete or obligatory? *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;78:1781–1783.
13. Kragh JF Jr, Cooper A, Aden JK, et al. Survey of trauma registry data on tourniquet use in pediatric war casualties. *Pediatr Emerg Care*. 2012;28:1361–1365.
14. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma*. 2008;64:S38–49.

O Cadete Altamirano pertence ao US Corps of Cadets, Academia Militar dos EUA, West Point, Nova York.
O Coronel (aposentado) Kragh está vinculado ao US Army Institute of Surgical Research, Joint Base San Antonio Fort Sam Houston, Texas.
E-mail: john.f.kragh.civ@mail.mil

O Dr. Aden está vinculado ao US Army Institute of Surgical Research, Joint Base San Antonio Fort Sam Houston, Texas.

O Dr. Dubick está vinculado ao US Army Institute of Surgical Research, Joint Base San Antonio Fort Sam Houston, Texas.

Os direitos autorais do Journal of Special Operations Medicine são propriedade da Breakaway Media, LLC, e seu conteúdo não pode ser copiado, enviado por e-mail para múltiplos sites ou publicado em listas de discussão sem a permissão expressa por escrito do detentor dos direitos autorais. No entanto, os usuários podem imprimir, baixar ou enviar artigos por e-mail para uso individual.