

REVISIÓN

Utilización del torniquete en la asistencia extrahospitalaria: revisión sistemáticaMara Alonso-Algarabel¹, Xavier Esteban-Sebastià², Azucena Santillán-García³, Rafael Vila-Candel^{4,5}

Objetivo. La hemorragia no controlada producida por un traumatismo grave sigue siendo una de las principales causas de muerte evitable en el entorno extrahospitalario. En estas situaciones, los torniquetes podrían ser una herramienta rápida y útil para detener el sangrado exanguinante, aunque existe evidencia limitada en cuanto a su utilización y efectividad en el entorno civil. Analizar la efectividad del torniquete para detener las hemorragias en situaciones de urgencia extrahospitalaria y los factores relacionados.

Método. Revisión sistemática de la bibliografía en español e inglés. Se elaboraron protocolos de búsqueda para localizar estudios que valoraran la utilización de los distintos dispositivos y la efectividad en la detención del flujo arterial. Se incluyeron estudios publicados entre 2011 y 2016, con utilización del torniquete en hemorragias exanguinantes.

Resultados. Se analizaron 17 artículos. En todos los estudios se observó que el torniquete fue efectivo en la detención de la hemorragia, siendo el dolor el efecto adverso más frecuentemente descrito (35,7% de los casos). El retraso en su aplicación es un factor determinante que afecta negativamente a la efectividad.

Conclusiones. Los torniquetes son efectivos deteniendo la hemorragia exanguinante. Sus complicaciones son escasas y la mayoría son atribuibles al estado crítico de los pacientes y no a su colocación. A nivel extrahospitalario, el torniquete debería utilizarse en pacientes con traumatismo mayor si la presión directa no es suficiente para controlar una hemorragia exanguinante que amenace la vida.

Palabras clave: Torniquetes. Hemorragia. Exanguinación. Servicios médicos de emergencia.

Tourniquet use in out-of-hospital emergency care: a systematic review

Objective. Uncontrolled bleeding from serious injuries continues to be one of the main causes of preventable deaths outside hospitals. Tourniquets could be useful for quickly stemming blood flow and prevent exsanguination, although evidence supporting their use and effectiveness in civilian accidents is limited. To analyze the effectiveness of tourniquets for stopping bleeding in out-of-hospital emergencies and to explore factors associated with effectiveness.

Methods. We undertook a systematic review of the literature in Spanish and English. Search protocols to identify studies that evaluated the use of various devices and their effectiveness in stemming arterial blood flow. We included studies published between 2011 and 2016 in which tourniquets were used to prevent massive blood loss.

Results. We included 17 articles. Tourniquets were effective in stopping massive bleeding in all studies. Pain, the most frequently described adverse effect, was observed in 420 patients (35.7%). Delayed application of a tourniquet was associated with more negative outcomes.

Conclusions. Tourniquets are effective for stopping massive blood loss. There are few complications, most of which are attributable to the critical state of patients rather than to application of the tourniquet. A tourniquet should be applied in major trauma cases in civilian settings if massive, life-threatening bleeding cannot be stopped with direct pressure.

Keywords: Tourniquets. Hemorrhage. Exsanguination. Emergency medical services.

Introducción

La etiología traumática es la sexta causa de muerte y la quinta en discapacidad moderada y grave a nivel global, y es la principal causa de muerte y discapacidad en menores de 35 años^{1,2}.

Los torniquetes inicialmente se pueden definir como tiras de tela atadas firmemente alrededor de los miembros para detener el sangrado mediante la compresión de las arterias que irrigan la zona de la lesión³. Los torniquetes funcionan correctamente cuando la compresión de los tejidos del miembro detiene el flujo de sangre ar-

terial y no está presente el pulso distal⁴. La hemorragia de unión se define como sangrado desde una unión del torso a las extremidades, en concreto, la base del cuello, hombro, axila, periné, nalgas, área glútea y la ingle. Para este tipo de sangrado los torniquetes de extremidad no pueden ser aplicados y son incapaces de controlar el sangrado. Por ello se han desarrollado los torniquetes de unión, que han probado ser efectivos para controlar el sangrado en la zona de unión⁵.

En el contexto militar, la actual indicación para el uso del torniquete de emergencia es su aplicación en una herida de una extremidad a la que se le pueda reali-

Filiación de los autores:

¹Unidad Quirúrgica y de Consultas Externas, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España.

²Servicio de Urgencias, Hospital Comarcal de Vinaròs, Castellón, España.

³Unidad de Cardiología, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España.

⁴Departamento de Obstetricia y Ginecología, Hospital Universitario de la Ribera, Alzira, Valencia, España.

⁵Departamento de Enfermería, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, Valencia, España.

Autor para correspondencia:

Rafael Vila Candel
Departamento de Obstetricia y Ginecología
Hospital Universitario de la Ribera
Crtra. Corbera, km. 1
46600 Alzira, Valencia, España

Correo electrónico:

rvila@hospital-ribera.com

Información del artículo:

Recibido: 17-1-2018
Aceptado: 18-3-2018
Online: 13-6-2018

Editor responsable:












Juan González del Castillo

zar presión y donde el personal que lo coloca la valora como una hemorragia potencialmente mortal⁶. En este escenario, la aplicación del torniquete es el método inicial y primario para el control de la hemorragia grave. En cambio, el uso de los torniquetes por parte de los servicios emergencias médicas (SEM) civiles no está generalizado⁶. En distintos países, los SEM civiles utilizan la presión directa, los vendajes compresivos, los vendajes y la elevación de los miembros para tratar la hemorragia extrema, usando los torniquetes como último recurso^{7,8}. Dicha práctica viene avalada por distintas guías de práctica clínica, las cuales recomiendan su uso cuando han fracasado todos los métodos clásicos de detención de la hemorragia, debido a que la evidencia es limitada sobre su uso en población civil^{9,10}. Se han descrito distintos motivos, como la variabilidad en su utilización entre distintos SEM internacionales o que su sobreutilización, en sustitución de los métodos de control básicos de hemorragia, podría ocasionar mayor morbimortalidad¹¹.

El uso de los torniquetes se ha asociado a distintas complicaciones musculares, cardíacas y neurovasculares^{8,12} que podrían tener consecuencias potencialmente mortales^{6,13}. No existen datos publicados de prevalencia sobre el uso del torniquete aplicables a nuestro medio¹⁴, aunque sí se han podido identificar los principales torniquetes comerciales que se utilizan actualmente (Tabla 1)^{4,5,15}.

Su manejo en el ámbito militar cuenta con una amplia experiencia, junto con el uso de agentes hemostáticos^{8,16,17}. A pesar de que se han mejorado progresivamente los diseños y protocolos de aplicación de los torniquetes, en el ámbito prehospitalario civil existe controversia en cuanto a su aplicación. Los riesgos debidos al uso inadecuado, la falta de entrenamiento de los profesionales o el mantenimiento de tiempos de torniquete prolongados podrían haber ocasionado resultados negativos que hayan favorecido su falta de empleo¹⁸.

Tabla 1. Tipos de torniquetes comercializados

Tipo de torniquete	Descripción	Imagen e información adicional
CAT (Combat Application Tourniquet) Torniquete de extremidad	Lleva una correa que se debe asegurar firmemente a la extremidad antes de acoplar el molinete de plástico. La correa está asegurada sobre sí misma con velcro, y hay un punto de bloqueo para el molinete. La correa debe ir a través de la hebilla de manera diferente si se utiliza para la extremidad superior o inferior ⁴ .	 www.EMSWorld.com
MET (Emergency & Military Tourniquet) Torniquete de extremidad	Es un sistema de bucle abierto compuesto de una correa resistente y molinete de aluminio. Presenta dos puntos de fijación para bloquear el molinete, uno que es ajustable y otro con velcro ⁴ .	 www.savelives.com
EMT (Emergency Medical Tourniquet) Torniquete de extremidad	Es un torniquete neumático parecido a un manguito de presión que se aplica fácilmente y, a diferencia de un manguito de presión arterial, la vejiga neumática en el EMT se refuerza para evitar la pérdida de aire cuando se infla, lo que permite mantener la presión en el miembro una vez que está bloqueado ⁴ .	 www.delfimedical.com
SWAT-T (Stretch Wrap and Tuck Tourniquet) Torniquete de extremidad	Banda elástica que se aplica envolviendo el dispositivo alrededor de la extremidad y mediante el estiramiento total de la banda se hace presión ⁴ .	 www.EMSWorld.com
SOFTT (Special Operations Forces Tactical Tourniquet) Torniquete de extremidad	Es un sistema de bucle abierto con un molinete de metal. Tiene una correa estrecha y un clip de "cocodrilo" de metal para asegurar la correa. Una vez aplicado el molinete hay dos puntos de fijación de plástico ⁴ .	 www.tacmedsolutions.com
SOFTT-W (Special Operations Forces Tactical Tourniquet-Wide) Torniquete de extremidad	Tiene una correa más ancha que el SOFTT y el clip y el sistema de bloqueo se cambiaron por una hebilla desmontable ⁴ .	 www.EMSWorld.com
CRoC (Combat Ready Clamp) Torniquete de unión	Es un cubo pequeño con una estructura de aluminio para ejercer presión mecánica directamente sobre la herida o indirectamente sobre el área de la ingle para detener la hemorragia ¹⁵ .	 www.EMSWorld.com
JETT (Junctional Emergency Treatment Tool) Torniquete de unión	Consiste en un sistema de correa, con dos almohadillas de presión de forma trapezoidal y tiradores con roscas en forma de T ¹⁵ .	 www.EMSWorld.com
SJT (SAM Junctional tourniquet) Torniquete de unión	Está compuesto de un cinturón y dos bolsas neumáticamente inflables. Sirve para estabilizar las fracturas pélvicas y para controlar el sangrado de unión del área axilar e inguinal ¹⁵ .	 www.EMSWorld.com
AAT (Abdominal Aortic Tourniquet) o AAJT (Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet) Torniquete de unión	Es un cinturón neumático que se coloca alrededor del abdomen con la parte que se infla sobre el ombligo, la hebilla se cierra manualmente hacia abajo y se aprieta con el molinete situado en la parte frontal del dispositivo ¹⁵ .	 www.EMSWorld.com
ITClamp Hemorrhage Control System Hemorragia de unión	Es una pinza mecánica con varias agujas pequeñas que sella una herida al aproximar firmemente los bordes de la herida ⁶ .	 www.EMSWorld.com

Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática es analizar la efectividad del torniquete para detener una hemorragia en situaciones de urgencia extrahospitalaria, así como identificar factores asociados que favorezcan o disminuyan esta efectividad.

Método

Una vez detectada el área de incertidumbre respecto a la utilización de los torniquetes en el área extrahospitalaria se elaboró un protocolo de búsqueda y revisión en septiembre de 2016. Para poder llevar a cabo este protocolo, se creó un equipo de revisores siguiendo las recomendaciones tanto de la Colaboración Cochrane¹⁹ como del Instituto Joanna Briggs²⁰.

Una vez establecido el equipo revisor, todos los participantes aprobaron el protocolo en octubre de 2016. Siguiendo el protocolo, se realizó una búsqueda de la literatura disponible en inglés y español, a través de las bases de datos Medline, Scopus y Science Direct. La búsqueda partió de una pregunta clínicamente contestable en formato PICO (Tabla 2)³ y a partir de ella se diseñaron estrategias para la búsqueda como puede observarse en la Tabla 3.

Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: literatura científica publicada entre los años 2011 y 2016; diseños de investigación correspondientes a ensayos clínicos, revisiones sistemáticas o estudios observacionales analíticos (cohortes y casos-control); muestra de los estudios compuesta por adultos y uso del torniquete en situaciones de hemorragia urgente o exanguinante. Por otro lado, se excluyeron los estudios en los que se utilizaban torniquetes quirúrgicos.

La selección de los artículos, de variables y calidad metodológica fue realizada por dos revisores, interviniendo el resto de los investigadores en los desacuerdos. Por último, se realizó una búsqueda inversa, revisando fuentes terciarias (Cochrane Library, guías de práctica clínica) y literatura gris de manera manual (Guía de Tactical Combat Casualty Care) para verificar si existían otros trabajos que no se hubiesen hallado en la búsqueda inicial.

Tras la selección de los estudios, se utilizó una plantilla de extracción previamente diseñada para la obtención de los siguientes datos: autor, país y fecha, tipo de estudio, calidad metodológica, tipo de escenario, tamaño de la muestra, modelo de torniquete, efectividad, supervivencia, efectos adversos y duración media de la aplicación del torniquete. La efectividad fue definida como la capacidad de detener el flujo sanguíneo de la extremidad en la que fuera aplicado el dispositivo^{21,22}. La

Tabla 2. Estructura de la pregunta PICO

P (paciente)	Paciente adulto con hemorragia exanguinante.
I (intervención)	Utilización del torniquete para la detención de la hemorragia.
C (comparación)	No existe.
O (resultados)	Contención de la hemorragia, disminución de efectos secundarios.

Tabla 3. Estrategias de búsqueda empleadas

Base de datos	Estrategia de búsqueda
Medline	((("Tourniquets"[Mesh]) AND "Hemorrhage"[Mesh]) OR "Exsanguination"[Mesh]) NOT "Arthroplasty, Replacement, Knee"[Mesh] ("Tourniquets" [Mesh]) AND "Emergency Medical Services" [Mesh] ("Tourniquets/utilization"[Mesh]) AND "Emergency Medical Services"[Mesh] "from 2011 to 2016" AND "humans" AND "languages: Spanish and English"
Science Direct	("Tourniquets" AND "Hemorrhage") OR ("tourniquets" AND "Emergency Medical Service") ("Tourniquets" AND "Utilization") "from 2011 to 2016" AND "Nursing and Health Professions" AND "Journal"
Scopus	("Tourniquets" AND "Exsanguination") OR ("Tourniquets" AND "Emergency Medical Services") ("Tourniquets" AND "Emergency Medical Services" AND "Utilization") ("Tourniquets" AND "Utilization") "from 2011 to 2016" AND "languages: Spanish and English" AND "Article and Review"

supervivencia fue definida como el no fallecimiento durante el ingreso hospitalario del paciente¹¹.

La selección de los artículos, de variables y calidad metodológica fue realizada por dos revisores, interviniendo el resto de investigadores en los desacuerdos.

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos se utilizaron las Fichas de Lectura Crítica (FLC 2.0) desarrolladas por Osteba, Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Las FLC 2.0 contemplan los criterios de evaluación de las principales herramientas reconocidas según el diseño de investigación que evalúa cada ficha (Cochrane, PRISMA, y AGREE entre las más importantes). De esta manera, el equipo revisor observó también el riesgo de sesgo, además de la calidad metodológica de los estudios. Estas fichas están validadas por las ocho agencias de la RedETS (Red de Agencias de Evaluación de la Tecnología Sanitaria de España) y contemplan la evaluación de los sesgos de los distintos diseños metodológicos²³. Además, facilitan la homogeneidad en la evaluación entre los revisores. La lectura crítica se realizó por pares interviniendo un tercer revisor en caso de discrepancia.

Resultados

La búsqueda inicial proporcionó 751 artículos procedentes de Medline, Science Direct y Scopus. Una vez eliminados los duplicados (356 artículos), y tras la lectura por título y resumen se excluyeron 372 debido a que no estaban relacionados con el torniquete de urgencias (Figura 1). Se analizaron 23 artículos a texto completo. Finalmente se consideraron válidos 17 artículos, pues de los iniciales se descartaron 6 artículos que tras una lectura crítica más detallada se determinó que eran estudios descriptivos. La Tabla 4 presenta de forma resumida las principales características de los 17 estudios analizados (Tabla 4)^{5,11,21,22,24-36}. La mayoría eran procedentes de Estados Unidos (10), y el resto de Reino

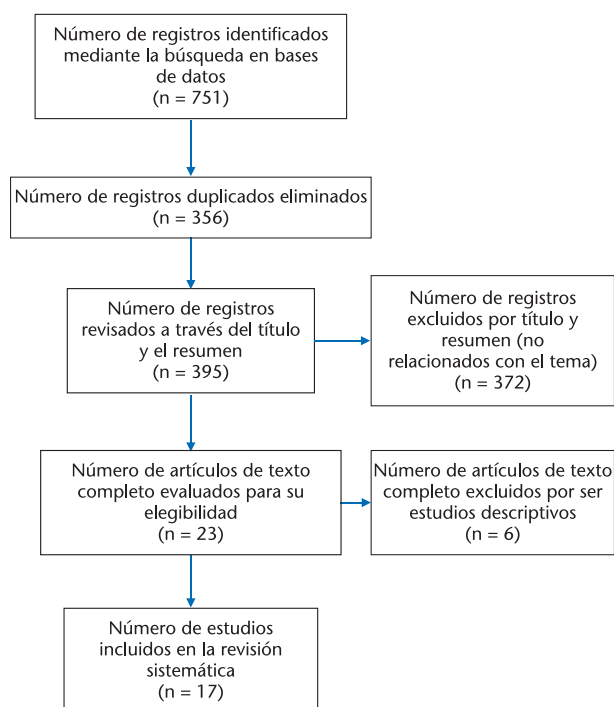


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de los estudios.

Unido (3), Canadá (2), Turquía (1) y Holanda (1). Los estudios incluyeron desde 10 hasta 4.297 pacientes (5.654 en total), y fueron publicados entre 2011 y 2016. En cuanto al tipo de diseño, se encontraron el mismo número de publicaciones con diseño experimental que observacional (7), con un número claramente mayor al de las revisiones sistemáticas (3).

En todas las publicaciones se pudo observar la efectividad del torniquete, aunque solo en 7 de ellas fue valorada cuantitativamente^{21,25-27,30,32,34}. Observamos que los torniquetes de extremidad fueron efectivos entre el 69-97%^{26,27,30,32,34}. El modelo Emergency Medical Tourniquet (EMT) mostró una mayor efectividad sobre el Combat Application Tourniquet (CAT), ya que el EMT lograba detener el flujo arterial en pacientes con un índice de masa corporal y una presión arterial media mayor frente al dispositivo CAT²⁹. Respecto a los modelos de unión, Combat Ready Clamp (CRoC) y SAM Junctional tourniquet (SJT) fueron los mejor valorados y su efectividad oscilaba entre 77-87%^{21,25}.

Se han descrito distintos factores asociados a la efectividad del torniquete, como la gravedad y localización de la lesión²⁷, su correcta y rápida aplicación^{30,32} y el tiempo que transcurre entre que se produce la lesión y se aplica el torniquete^{26,31,34,36}.

En 11 estudios (64,7%)^{21,22,24,25,30-36} se describieron efectos adversos relacionados con la aplicación del torniquete, aunque no fueron de carácter permanente, excepto en los casos en los que el uso del torniquete no se llevó a cabo de manera correcta. El efecto adverso más frecuentemente descrito fue el dolor, ya que se identificó en 420 pacientes (35,7%), siendo evaluado en 7 estudios (41,2%)^{21,22,24,25,30,32,33}. Se observaron dife-

rencias entre diversos modelos de torniquetes en cuanto al dolor percibido por los voluntarios a los cuales se les aplicaba. Distintos estudios determinaron que el modelo CAT produjo más dolor que los otros modelos evaluados, el Special Operations Forces Tactical Tourniquet (SOFTT), Special Operations Forces Tactical Tourniquet-Wide (SOFTT-W) y Stretch Wrap and Tuck Tourniquet (SWAT-T)^{22,30}. Respecto a los torniquetes de unión, se observó que la aplicación del modelo Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet (AAJT) producía más dolor que con la aplicación de los modelos Combat Ready Clamp (CRoC), Junctional Emergency Treatment Tool (JETT) y SAM Junctional tourniquet (SJT)²⁵.

El segundo efecto adverso más frecuente fue la necesidad de fasciotomía, ya que se identificó en 148 pacientes (22,7%) del único estudio que entró a valorarlo. La infección secundaria a la aplicación del torniquete se observó en 17 pacientes (8,6%) de un único estudio²⁴, una cifra similar a la del tromboembolismo venoso, con 9 (8,6%), también identificado en una sola publicación³¹. La incidencia del síndrome compartimental fue de 19 casos (6,3%), descrito en dos publicaciones^{31,34}. Otros efectos adversos observados, aunque en menor frecuencia, fueron: 7 casos (3,6%) por lesión por isquemia en un estudio³⁴, 21 (3,2%) por formación de coágulos en un estudio²⁴, 26 (2,7%) por parálisis nerviosa en 3 estudios^{31,34,36}, 10 (1,3%) por fracaso renal en dos estudios^{31,24}, 13 (1,9%) por sangrado paradójico en un estudio²⁴, 10 (1,5%) por mionecrosis en un estudio²⁴ y 1 (0,2%) por rigidez en un estudio²⁴. Por último, también fueron descritos dificultad respiratoria, náuseas y mareos, aunque no se aportaron datos sobre la incidencia²⁵.

Respecto a la relación de dichos efectos adversos con el tiempo de aplicación del torniquete, se observó en una de las publicaciones analizadas³⁴, que el grupo de pacientes que presentaron lesiones por isquemia o por síndrome compartimental tuvieron el torniquete aplicado durante menos tiempo que aquellos que no sufrieron dichas complicaciones, por lo que puede que no fueran debidas a la aplicación de este. Por otra parte, distintos estudios^{24,36} tampoco muestran relación entre el tiempo prolongado de aplicación del torniquete y los casos de parálisis nerviosa, dolor, fracaso renal, formación de coágulos o mionecrosis.

Por último, en 9 estudios (52,9%)^{11,24,26-28,31,34-36} los investigadores tuvieron en cuenta la relación entre el uso del torniquete y la supervivencia. Algunos de ellos^{24,26} determinaron un aumento de la supervivencia en los casos en los que el torniquete se aplicaba antes de la aparición de signos de *shock* (pre-*shock*: 90-96% y post-*shock*: 4-18%)^{24,26}. Otros autores¹¹ relacionaron la supervivencia con la gravedad de la lesión, determinando que la supervivencia media, en sujetos con lesiones en las extremidades al aplicar el torniquete, fue del 96% [578/603], y disminuye a medida que aumenta la gravedad de la lesión (grave = 98% [550/563], muy grave = 76% [28/37] y crítica = 0% [0/3]). Otros estudios^{27,31,34} afirman la existencia de una mejora en la supervivencia del paciente a través del uso del torniquete, aunque no ofrecen datos concretos.

Tabla 4. Estudios incluidos en la revisión sistemática

Estudio	País y año	Tipo de diseño	Calidad metodo-escenario lógica	Tamaño muestral	Modelo de torniquete empleado	Efectividad del torniquete	Efectos adversos (% [n])	Duración media de aplicación del torniquete	Supervivencia con uso del torniquete % [n]
Ode et al. ²⁶	EE.UU. 2015	Caso-control	Alta	56	CAT (E)	92%	No	72 min (16-241)	Pre-shock: 96%; post-shock: 4%; prehospitalario: 89%; hospitalario: 78%; general: 87%.
Kragh et al. ¹¹	EE.UU. 2015	Cohortes	Alta	4.297	NE	Sí	No	No	Lesión en extremidad: 96% [578/603] [grave: 98% [550/563]; muy grave: 76% [28/37]; crítica: 0% [0/3]]
Unlu et al. ²⁷	Turquía 2015	Ensayo clínico	Alta	102	CAT(E)	69,6-96%	No	No	Relación positiva entre uso prehospitalario y supervivencia. Sin datos.
Passos et al. ²⁸	Canadá 2014	Cohortes	Alta	190	NE	Sí	No	91 ± 72 min.	Con torniquete: 96,8% [180]
Taylor et al. ²¹	Reino Unido 2013	Cuasi-experimental	Baja	16	AAT (U)	94%	Dolor (100% [16])	< 1 min.	NE
Savage et al. ³⁰	Canadá 2013	Cuasi-experimental	Media	22	CAT, SOFTT y SOFTT-W (E)	CAT 97%, SOFTT 72,7%, SOFTT-W 73,8%	Dolor (100% [22])	No	NE
Scerbo et al. ³¹	EE.UU. 2016	Cohortes	Alta	105	CAT (E)	Sí	Fracaso renal agudo (2,9% [3]), síndrome compartimental (1,9% [2]), parálisis nerviosa (4,8% [5]) y tromboembolismo venoso (8,6% [9]).	1 min.	NE
Wall et al. ³²	EE.UU. 2012	Cuasi-experimental	Media	30 (150 aplicaciones)	SWAT-T (E)	94%	Dolor (64,6% [97])	No	NE
van Oostendorp et al. ⁶	Holanda 2016	Revisión sistemática	Alta	NA	CRoC, JETT, SAM-JT, AAJT y ITClamp. (U)	Sí	No	No	NE
Lyon et al. ³³	EE.UU. 2012	Caso-control	Baja	13 (26 aplicaciones)	AAJT (U)	Sí	Dolor (100% [26])	No	NE
Schroll et al. ³⁴	EE.UU. 2015	Cohortes	Alta	197	MIA-T (E)	88,8%	Parálisis nerviosa (6,1% [12]), síndrome compartimental (8,6% [12]), lesión por isquemia (3,6% [7]), infección secundaria (8,6% [17]).	48 min.	Posible relación positiva en población civil.
Wall et al. ²²	EE.UU. 2013	Cuasi-experimental	Media	33 (192 aplicaciones)	SWAT-T y CAT (E)	Sí, SWAT-T en 60 seg., CAT en 96 seg.	Dolor (71,9% [138])	1 min.	NE
Kragh et al. ²⁵	EE.UU. 2015	Cuasi-experimental	Media	10 (120 aplicaciones)	CRoC, AAJT, JETT y SJT (U)	CRoC 87%, AAJT 27%, JETT 77%, SJT 77%	Dolor (100% [120]), dificultad respiratoria, náuseas y mareos	1 min.	NE
Bulger et al. ³⁵	EE.UU. 2014	Revisión sistemática	Alta	NA	NE	Sí	Efectos adversos sin concretar	No	Militares: 92% (IC95% 88-95%); niños: 92% (IC95% 84-96%); civiles: 91% (IC95% 56-99%)
Mawhinney et al. ²⁶	Reino Unido 2015	Revisión sistemática	Media	NA	NE	Sí	Parálisis nerviosa (1,4% [9])*	No	Pre-shock: 90% [429/477]; post-shock 18% [4/22]*
Taylor et al. ²⁹	Reino Unido 2011	Cuasi-experimental	Alta	24	CAT y EMT (E)	Sí (EMT, CAT no)	No	No	NE
Kragh et al. ²⁴	EE.UU. 2011	Caso-control	Media	559	CAT, EMT y SOFTT (E)	Sí	Fasciotomía (22,7% [148]), coágulos (3% [21]), mionecrosis (1,5% [10]), parálisis nerviosa (1,4% [9]), fracaso renal agudo (1% [7]), dolor significativo (0,1% [1]) rigidez (0,1% [1]) y sangrado paradójico (2,0% [13])	Hasta 16 horas	Pre-shock: 90% [429/477]; post-shock 18% [4/22]

C: civil; M: militar; NA: no aplicable; NE: no especificado; E: torniquete de extremidad; U: torniquete de unión, CAT: Combat Application Tourniquet; AAT: Abdominal Aortic Tourniquet; SOFTT: Special Operations Forces Tactical Tourniquet; SOFTT-W: y Special Operations Forces Tactical Tourniquet-Wide; SWAT-T: Stretch; Wrap and Tuck Tourniquet; CRoC: Combat Ready Clamp; JETT: Junctional Emergency Tool; SAM-JT: SAM Junctional Tourniquet; EMT: Emergency & Military pneumatic tourniquet; MIA-T: Multi-institutional retrospective analysis of orhospital tourniquet; IC: intervalo de confianza

*Datos extraídos del estudio de Kragh et al. 2011.

Gracias al análisis de la calidad metodológica se identificaron 2 publicaciones que presentaban un nivel de evidencia bajo, por lo que la información que aportan no se consideró relevante en comparación con los estudios que obtuvieron una evidencia alta (9 estudios) y media (6 estudios).

Discusión

Los resultados de esta revisión señalan que el torniquete es efectivo en la detención de la hemorragia exanguinante (evidencia alta), siendo los modelos de torniquetes CAT, EMT y SWAT-T los que han mostrado una mayor efectividad^{22,29}. En cuanto a las posibles complicaciones derivadas del uso del torniquete, no se han identificado efectos adversos permanentes o graves que puedan relacionarse directamente con su aplicación reglada. Los más frecuentemente descritos son el dolor y la fasciotomía^{11,21,22,30-34,37}, aunque distintos autores^{28,31,34} determinaron que las complicaciones observadas no eran atribuibles al uso del torniquete, sino más bien a la gravedad de las lesiones.

Históricamente, la inclusión de los torniquetes en la atención médica urgente ha estado siempre ligada a los conflictos militares²¹. En los últimos años, ha habido cambios en la práctica militar motivados por los conflictos recientes en Afganistán, Siria e Iraq. Se ha visto un aumento del uso de torniquetes y agentes hemostáticos tópicos con buenos resultados en el manejo del traumatismo en el campo de batalla³⁴, aunque no queda claro si los resultados en el ámbito militar pueden ser extrapolados de forma beneficiosa al entorno civil^{27,34,36}.

Actualmente nos enfrentamos a un aumento de los eventos traumáticos de cualquier índole: arma blanca y de fuego, explosiones o atropellos por atentados terroristas^{5,27}. Tras el atentado perpetrado durante la celebración del maratón de Boston en 2013, se produjeron muchas amputaciones de miembros inferiores debido a que los artefactos que detonaron fueron situados estratégicamente cerca del suelo para producir más daños. Distintas autoridades sanitarias plantearon la necesidad de implementar la utilización del torniquete de emergencia para detener el sangrado tras un traumatismo de extremidades grave^{11,27}. En los conflictos militares actuales, también ha habido un cambio en cuanto a los patrones de lesión debido a que los dispositivos explosivos utilizados producen fracturas pélvicas, amputaciones traumáticas de miembros inferiores y lesiones del torso que requieren el control de hemorragias de unión⁴.

Recientemente, la declaración del IV Consenso Hartford^{5,35} promueve la aplicación de torniquetes y el uso de apósitos hemostáticos tópicos por parte de todo el personal prehospitalario, incluyendo los servicios médicos de emergencias, y primeros respondedores para detener el sangrado de forma temprana. El TCCC (Tactical Combat Casualty Care)³⁷ fue el primero en recomendar el uso del torniquete para el control del sangrado por traumatismos de las extremidades. En sus guías también promueven el uso de torniquetes por parte de los

equipos que proporcionan la primera respuesta asistencial, personal sanitario o transeúntes que puedan estar más cerca de la víctima, sobretodo en caso de incidentes hostiles³¹.

En cuanto a la efectividad del uso del torniquete en las extremidades hay que tener en cuenta la gran variedad de dispositivos comerciales disponibles. Los estudios analizados muestran que los modelos CAT y EMT son los torniquetes que parecen tener los mejores diseños²⁹. El CAT es un dispositivo rápido de aplicar que ocluye mejor el flujo sanguíneo distal que los modelos SOFTT y SOFTT-W^{27,30}. Por otro lado, Taylor *et al.* en 2011 (calidad metodológica alta) concluyen que el CAT no es efectivo a la hora de detener la hemorragia si se aplica a nivel de la mitad del muslo en comparación con el torniquete neumático EMT²⁹. No obstante, a pesar de la ventaja del EMT sobre el CAT, en el ámbito militar no se recomienda el uso del EMT debido a que no está diseñado para su autoaplicación²⁹. Por otro lado, Wall *et al.* en 2013 (calidad metodológica media), compararon el sistema CAT con el modelo SWAT-T, observando que la efectividad del SWAT-T es idéntica y además tiene la ventaja de requerir de menor presión para conseguir la oclusión con respecto al primero²².

A la vista de los resultados, podríamos decir que el modelo SWAT-T está diseñado para ser usado en escenarios tácticos o de primeros auxilios por soldados, médicos militares o policías, entre otros, dada su fácil aplicación y grado de efectividad^{22,32}. Por todo esto, si la presión directa es ineficaz para controlar la hemorragia en las extremidades se recomienda el uso de torniquetes comerciales como el SWAT-T.

Podemos observar que los cuatro torniquetes aprobados por la Food & Drug Administration (CRoC, AAJT, JETT, SJT)³⁸ han demostrado su efectividad en la oclusión de la hemorragia, con diversos grados de manipulación por parte de los usuarios³². Los modelos CRoC y el SJT son los más efectivos y seguros, pues no se han descrito efectos adversos graves²⁵. El modelo AAJT también es efectivo en la eliminación del flujo sanguíneo axilar y femoral, aunque distintos estudios^{21,25,33} notificaron un malestar de moderado a grave en su aplicación que se resolvía inmediatamente tras la retirada del dispositivo. Una revisión sistemática⁵ que analizaba las diferentes opciones de tratamiento para el control de la hemorragia de unión y del tronco en el entorno prehospitalario o experimental, concluyó que el nivel de evidencia de los estudios incluidos fue bajo y, por tanto, la información que aportaba era poco útil sobre el uso de los torniquetes de unión. Varias de las intervenciones que se discuten requieren un alto nivel de habilidad por parte del personal sanitario para controlar el sangrado no compresible. Debemos tener en cuenta que existe una gran variedad de dispositivos diseñados para la hemorragia de unión y que muchos de ellos son nuevos en el mercado, por lo que todavía hay pocos estudios que los evalúen. Por el momento, el control de la hemorragia en las áreas de unión y del tronco no compresible sigue siendo un desafío, por lo que no podemos establecer una recomendación sobre su

uso debido al escaso número de estudios de calidad que los evalúen.

Se ha observado una asociación entre la aplicación correcta del torniquete, la efectividad y la supervivencia del paciente¹¹. De entre todos los factores relacionados con la efectividad, destaca la correcta aplicación, evitando los torniquetes venosos (éstasis venosa sin compresión arterial, que conduce a la inflamación de la extremidad), que pueden causar un síndrome compartimental³⁶. Por ello, el adecuado entrenamiento asegura una correcta y rápida aplicación del dispositivo, reduciendo el tiempo de exposición y mejorando la supervivencia del herido^{26,31,36}. Distintos estudios han mostrado que los pacientes sin torniquete necesitaron más transfusiones sanguíneas en comparación con los que el torniquete se aplicó de forma temprana, constatando que dicha aplicación aumenta la supervivencia^{11,26,36}. Sin embargo, en un estudio con 190 pacientes de dos grandes centros de traumatología, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de mortalidad entre los pacientes a los que se les aplicó un torniquete prehospitalario y a los que no se aplicó. Cabe destacar que dicho estudio estaba limitado por el escaso número de pacientes que recibieron torniquetes prehospitalarios²⁸.

En población civil, en la que se utilizó torniquetes prehospitalarios, se observó que en la mayoría de los casos fue aplicado con seguridad y efectividad^{26,34}. También se ha observado que los pacientes que pierden el torniquete prehospitalario o es aplicado de forma tardía tienen una mayor incidencia de *shock* (85,7% vs 60%) y de transfusiones sanguíneas (71,4% vs 40%)²⁶. Sin embargo, en el estudio de Schroll *et al.* (calidad metodológica alta)³⁴ no se observaron diferencias significativas entre la mortalidad de los pacientes que estaban en estado de *shock* y los que no en el momento de aplicar el torniquete (2,7% vs 1,5%; $p > 0,05$). Dicho estudio estaba limitado por la baja tasa de mortalidad global, además de disponer de un escaso número de pacientes en estado de *shock* en el momento de la aplicación. Así pues, la evidencia sugiere que el uso del torniquete antes del comienzo del *shock* mejora la supervivencia^{11,26,31,36}. Se recomienda el uso de torniquetes en el entorno prehospitalario militar y civil para el control de la hemorragia significativa de las extremidades si la presión directa es ineficaz^{28,34,35}.

En cuanto a las posibles complicaciones derivadas del uso del torniquete no se han identificado efectos adversos permanentes o graves. El dolor fue identificado como el efecto adverso más frecuente. En el estudio de Kragh *et al.* (calidad metodológica media)²⁴, los autores describen que junto al dolor existieron 8 casos de parálisis nerviosas derivadas de su aplicación que fueron remitiendo en un periodo de entre 3 minutos a 3 días. Distintos autores^{31,34} determinaron que las complicaciones observadas no eran atribuibles al uso del torniquete, sino más bien a la gravedad de las lesiones producidas por el traumatismo en los pacientes. Passos *et al.* (calidad metodológica alta)²⁸ coinciden con dicha afirmación, pues observan que el uso del torniquete no ocasiona un mayor porcentaje de síndrome comparti-

mental ni de amputaciones de miembros, sino que estos efectos estaban relacionados con la gravedad del traumatismo. Además, no aplicar el torniquete puede aumentar la gravedad de la lesión o comprometer la vida del paciente.

Como limitaciones del presente estudio, comentar que se ha podido observar la falta de bibliografía existente sobre este tema que aporte una buena calidad metodológica, además de la existencia de una gran variedad de torniquetes que pueden ser utilizados para la hemorragia de unión y de extremidades. En relación a la calidad de la evidencia generada y a la posibilidad de riesgo de sesgos de los artículos seleccionados, destacan los diseños no aleatorizados como estudios de seguimiento, con sistemas de muestreo consecutivo en unas ocasiones, pero indeterminado en otras, y la ausencia, en algunos casos, de un sistema de enmascaramiento que impida interpretar si la aplicación del torniquete es efectiva en comparación a las técnicas clásicas de compresión. Siguiendo las recomendaciones de Cochrane¹⁹, primero se combinaron los artículos con riesgo de sesgo "alto" y "poco claro", que luego se compararon con los de riesgo "bajo".

Podemos concluir que en el entorno prehospitalario, el uso del torniquete de extremidad es efectivo, siendo el modelo SWAT-T el mejor valorado. Las complicaciones de estos dispositivos son escasas y la mayoría son atribuibles al estado crítico de los pacientes y no a su colocación. El retraso en su aplicación es un factor determinante que afecta negativamente a su efectividad. Así pues, a nivel extrahospitalario el torniquete debería utilizarse en pacientes con traumatismo mayor si la presión directa no es suficiente para controlar una hemorragia exanguinante que amenace la vida.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con el presente artículo.

Contribución de los autores: Todos los autores han confirmado su autoría en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación al presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes en el documento de responsabilidades del autor, acuerdo de publicación y cesión de derechos a EMERGENCIAS.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares

Bibliografía

- 1 Alberdi F, García I, Atutxa L, Zabarte M. Grupo de Trabajo de Trauma y Neurointensivismo de SEMICYUC. Epidemiología del trauma grave. *Med Intensiva*. 2014;38:580-8.
- 2 Organización Mundial de la Salud. Primeras 10 causas de muerte [Internet]. 2017. (Consultado 13 Febrero 2017). Disponible en: http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/
- 3 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;79:232-7.
- 4 Reed Smith E, Shapiro G. The Facts & Details About Different Types of Tourniquets. *JEMS*. 2013;38:48-52.
- 5 van Oostendorp SE, Tan ECTH, Geeraedts LMG, Jr. Prehospital control of life-threatening truncal and junctional haemorrhage is the ul-

- time challenge in optimizing trauma care; a review of treatment options and their applicability in the civilian trauma setting. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:110.
- 6 Kragh JF Jr. Use of tourniquets and their effects on limb function in the modern combat environment. *Foot Ankle Clin*. 2010;15:23-40.
 - 7 Doyle GS, Taillac PP. Tourniquets: a review of current use with proposals for expanded prehospital use. *Prehosp Emerg Care*. 2008;12:241-56.
 - 8 Lee C, Porter KM, Hodgetts TJ. Tourniquet use in the civilian prehospital setting. *Emerg Med J*. 2007;24:584-7.
 - 9 Singletary EM, Charlton NP, Epstein JL, Ferguson JD, Jensen JL, MacPherson AJ, et al. Part 15: First aid: 2015 American Heart Association and American red cross guidelines update for first aid. *Circulation*. 2015;132:S574-89.
 - 10 Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. Recomendacions per a la Ressuscitació 2015 del Consell Europeu de Ressuscitació (ERC) Secció 1: Principals novetats. *Resuscitation*. 2015;95:1-8.
 - 11 Kragh JF, Dubick MA, Aden JK, McKeague AL, Rasmussen TE, Baer DG, et al. U.S. Military Use of Tourniquets from 2001 to 2010. *Prehosp Emerg Care*. 2015;19:184-90.
 - 12 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 Supl):S38-49.
 - 13 Fitzgibbons PG, Digiovanni C, Hares S, Akelman E. Safe tourniquet use: a review of the evidence. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20:310-9.
 - 14 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;21:54-62.
 - 15 Kotwal RS, Butler FK, Gross KR, Kheirabadi BS, Baer DG, Dubick MA, et al. Management of Junctional Hemorrhage in Tactical Combat Casualty Care: TCCC Guidelines? Proposed Change 13-03. *J Spec Oper Med*. 2013;13:85-93.
 - 16 Richey SL. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World J Emerg Surg*. 2007;10:1-10.
 - 17 Navarro Suay R, Pérez Ferrer A, Jiménez Vizuete JM. Control de la hemorragia en el ámbito militar. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2012;59:562-72.
 - 18 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;79:232-3.
 - 19 Centro Cochrane Iberoamericano, traductores. Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011] [Internet]. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano; 2012. (Consultado 27 Febrero 2017). Disponible <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>.
 - 20 Centro español para los cuidados de salud basados en la evidencia (CECBE). Criterios para realizar revisiones sistemáticas a través del centro colaborador español del Instituto Joanna Briggs para los cuidados de salud basados en evidencias [Internet]. Madrid: Centro Colaborador Español JBI; 2014. (Consultado 27 Febrero 2017). Disponible en: http://www.evidenciaencuidados.es/evidenciaencuidados/pdf/Criterios_Revisiones_sistematicas_JBI.pdf
 - 21 Taylor DM, Vater GM, Parker PJ. An evaluation of two tourniquet systems for the control of prehospital lower limb hemorrhage. *J Trauma*. 2011;71:591-5.
 - 22 Wall PL, Duevel DC, Hassan MB, Welander JD, Sahr SM, Buising CM. Tourniquets and Occlusion: The Pressure of Design. *Mil Med*. 2013;178:578-87.
 - 23 López de Argumedo M, Reviriego E, Andrió E, Rico R, Sobradillo N, Hurtado de Saracho I. Revisión externa y validación de instrumentos metodológicos para la Lectura Crítica y la síntesis de la evidencia científica. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco (Osteba); 2006. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA N° 2006/02.
 - 24 Kragh JF, O'Neill ML, Walters TJ, Jones JA, Baer DG, Gershman LK, et al. Minor morbidity with emergency tourniquet use to stop bleeding in severe limb trauma: research, history, and reconciling advocates and abolitionists. *Mil Med*. 2011;176:817-23.
 - 25 Kragh JF, Kotwal RS, Cap AP, Aden JK, Walters TJ, Kheirabadi BS, et al. Performance of Junctional Tourniquets in Normal Human Volunteers. *Prehosp Emerg Care*. 2015;19:391-8.
 - 26 Ode G, Studnek J, Seymour R, Bosse MJ, Hsu JR. Emergency tourniquets for civilians. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79:586-91.
 - 27 Unlu A, Kaya E, Guvenc I, Kaymak S, Cetinkaya RA, Lapsekili EO, et al. An evaluation of combat application tourniquets on training military personnel: Changes in application times and success rates in three successive phases. *J R Army Med Corps*. 2015;161:332-5.
 - 28 Passos E, Dingley B, Smith A, Engels PT, Ball CG, Faidi S, et al. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. *Injury*. 2014;45:573-7.
 - 29 Taylor DM, Coleman M, Parker PJ. The evaluation of an abdominal aortic tourniquet for the control of pelvic and lower limb hemorrhage. *Mil Med*. 2013;178:1196-201.
 - 30 Savage E, Pannell D, Payne E, O'Leary T, Tien H. Re-Evaluating the Field Tourniquet for the Canadian Forces. *Mil Med*. 2013;178:669-75.
 - 31 Scerbo MH, Mumm JP, Gates K, Love JD, Wade CE, Holcomb JB, et al. Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians. *Prehosp Emerg Care*. 2016;20:712-22.
 - 32 Wall PL, Welander JD, Singh A, Sidwell RA, Buising CM. Stretch and wrap style tourniquet effectiveness with minimal training. *Mil Med*. 2012;177:1366-73.
 - 33 Lyon M, Shiver SA, Greenfield EM, Reynolds BZ, Lerner EB, Wedmore IS, et al. Use of a novel abdominal aortic tourniquet to reduce or eliminate flow in the common femoral artery in human subjects. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73:S103-5.
 - 34 Schroll R, Smith A, Mcswain NE, Myers J, Rocchi K, Inaba K, et al. A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015;79:10-4.
 - 35 Bulger EM, Snyder D, Schoelles K, Gotschall C, Dawson D, Lang E, et al. An Evidence-based Prehospital Guideline for External Hemorrhage Control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehospital Emerg Care*. 2014;18:163-73.
 - 36 Mawhinney A, Kirk S. A systematic review of the use of tourniquets and topical haemostatic agents in conflicts in Afghanistan and Iraq. *J R Nav Med Serv*. 2015;101:147-54.
 - 37 Academia Politécnica Naval. Cartilla TCCC 2013 - Actualización Guías de Manejo TCCC 11 de Noviembre 2015 [Internet]. Cruz Jaramillo M, editor. 2016. (Consultado 12 Marzo 2017). Disponible en: <http://www.apolinav.cl/wp-content/uploads/2016/06/cartilla-C4-actualizacion-TCCC-28jun2016.pdf>
 - 38 U.S. Food & Drug Administration. Silver Spring (MD). Drug Safety and Availability [Internet]. Food & Drug Administration. 2017. (Consultado 23 Marzo 2017). Disponible en: <https://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/default.htm>