

Estudio del torniquete de dotación del Ejército de Tierra

Gonzalez-Alonso V.^{1a}, Orbañanos-Peiro L.^{2a}, Gómez-Crespo JM.^{1a}, Hossain-López S.^{1a}, Pérez-Escobar JJ.³, Usero-Pérez C.^{1a}

Sanid. mil. 2016; 72 (2): 87-94; ISSN: 1887-8571

RESUMEN

Introducción: Entre las principales causas prevenibles de muerte en Zona de Operaciones se encuentra la hemorragia externa exanguinante en extremidades, de ahí la importancia que ha cobrado el torniquete como herramienta terapéutica durante el desarrollo de conflictos bélicos. **Objetivos:** El objetivo general es evaluar la eficacia del torniquete de dotación en el Ejército de Tierra y el objetivo específico relacionar su eficacia en relación a unas variables determinadas en el estudio. **Material y método:** Estudio analítico, prospectivo, transversal, realizado en la Escuela Militar de Sanidad en el año 2014, durante un curso de 84 alumnos voluntarios. El procedimiento se realiza mediante lectura con Doppler y pulsioximetría de la presencia de circulación en la extremidad superior e inferior durante la aplicación del torniquete. **Resultados:** El porcentaje de eficacia en la oclusión arterial fue del 81% y del 50 % en miembro superior y en miembro inferior respectivamente. **Conclusión:** El torniquete de dotación es una adecuada herramienta para el control de la hemorragia.

PALABRAS CLAVE: Control de la hemorragia, Combate, Torniquete

Overview of the tourniquets used by the Army

SUMMARY: Introduction: Among the leading preventable causes of death in the battlefield is the hemorrhaging of extremities, hence the importance of the tourniquet, a therapeutic tool utilized in this environment. **Aims:** The overall objective is to evaluate the efficacy of the tourniquet used by the Army. The specific objectives are to know the influence of different variables on the effectiveness of the tourniquet chosen. **Materials and Methods:** Analytical, prospective and cross-sectional study, conducted at the Military School of Health in 2014. The sample is 85 student volunteers. The procedure is performed using a Doppler and a pulse oximeter which register the presence of signal of artery pulse in the upper and lower extremities during application of the tourniquet. **Results:** The percentage of a lack of pulse is 81% and 50% in the upper limb and the lower limb respectively. **Conclusion:** The Army tourniquet is an option and has a high level of functionality.

KEYWORDS: Control bleeding, Combat, Tourniquet.

INTRODUCCION

Entre las principales causas prevenibles de muerte en Zona de Operaciones (ZO) se encuentra la hemorragia externa en extremidades¹⁻⁴. Por esta razón, aunque su uso en situaciones de combate ha suscitado un amplio debate en la literatura⁵⁻⁷, el torniquete se ha convertido en la primera herramienta terapéutica de elección en el tratamiento de este tipo de heridas en el combatiente⁸⁻¹⁰. Son numerosos los estudios que recalcan la importancia del torniquete en el control de la hemorragia en combate y la necesidad de conocer el procedimiento de uso. De la misma manera, estos estudios destacan la importancia de que se lleven

a cabo investigaciones que permitan conocer la seguridad y la eficacia del empleo de estos dispositivos en el tratamiento inicial de heridos en combate^{11,12}.

No se han encontrado publicaciones que revelen la eficacia en la oclusión arterial del torniquete de dotación del Ejército de Tierra (ET).

Si bien se conoce el dispositivo desde la antigüedad¹³⁻¹⁷, fue el francés Etienne Morel, cirujano militar, el que introduce el uso del torniquete en el campo de batalla¹². Petit en el siglo XIX, desarrolla un modelo mejorado y lo denomina con el término "torniquete", procedente del francés *tourner* (girar)¹⁸. Estos dispositivos sufren modificaciones de diseño, con el fin de hacerlos más eficaces y minimizar la aparición de efectos adversos tras su empleo.

Un estudio realizado en la II Guerra Mundial sobre una muestra de 200 militares heridos a los que se había aplicado un torniquete, registró tiempos de isquemia superiores a seis horas sin daños clínicamente significativos, probablemente gracias a las bajas temperaturas registradas en el campo de batalla durante el periodo de estudio¹⁹. Este trabajo resta importancia a los temores de los daños derivados exclusivamente de la utilización del torniquete, sin documentarse ni un solo caso de gangrena direc-

¹ Cap. Enfermero.

² Cte. Enfermero.

³ Médico especialista Medicina Familiar y Comunitaria. Centro de Salud Santa Olaya. Toledo. España.

⁴ Escuela Militar de Sanidad. Madrid. Dpto. de Enfermería. España.

Dirección para correspondencia: Valentín González Alonso. Escuela Militar de Sanidad. Departamento de Enfermería. Camino de los Ingenieros nº 6, 28047 Madrid. vgonal2@oc.mde.es

Recibido: 28 de junio de 2015

Aceptado: 3 de diciembre de 2015

tamente asociado con el empleo de dichos dispositivos, ni casos de tromboembolismos, lesiones cutáneas, edema excesivo o daño neurológico durante el postoperatorio en dichos pacientes^{20,21}.

Durante este mismo período, las complicaciones que se registran están asociadas a dos motivos, por un lado a la omisión de información relativa al torniquete que se había aplicado sobre el herido al realizar la transferencia del paciente. Esto obliga a la redacción de directrices de obligado cumplimiento al personal que realizaba la técnica en primera línea, entre ellas destacar la señalización del dispositivo en lugar visible. El segundo motivo es un inadecuado manejo inicial de los heridos en combate, unido a dilatados tiempos de evacuación de la baja a formaciones sanitarias con capacidad quirúrgica.

En 1984, Bellamy²², concluye que el 9% de los fallecimientos en combate durante la guerra de Vietnam podrían haberse evitado con el uso de torniquetes. Cuadrado *et al*²³ en su estudio sobre las causas de mortalidad durante la intervención en Iraq muestran una tasa similar de fallecidos por hemorragia externa en extremidades evitables con el uso de estos dispositivos.

En la actualidad, la preocupación existente por los tiempos de isquemia se ha visto superada por la experiencia en diversas cirugías (neurocirugía, cirugía ortopédica y cirugía vascular entre otras) en el uso del torniquete neumático durante varias décadas en múltiples hospitales alrededor del mundo. Durante estas cirugías se determinan tiempos de isquemia quirúrgica de entre 2 y 2,5 horas, tiempo durante el cual en la extremidad donde es aplicado el torniquete, sufre una isquemia arterial completa²⁴⁻²⁶.

Por este motivo, los protocolos militares desarrollados para el uso de tales dispositivos establecen como tiempo de seguridad un período de 2 horas (similar al tiempo de isquemia quirúrgica) para disminuir la frecuencia de aparición de complicaciones y la gravedad de las mismas²⁷⁻²⁹.

Numerosos estudios concluyen que en el entorno de operaciones bélicas donde hay un gran número de bajas producidas en cortos períodos de tiempo, cambio en la situación táctica del momento y dilatación de los tiempos de evacuación (Iraq o Afganistán), el torniquete es una herramienta de uso frecuente, de gran utilidad y segura³⁰⁻³⁵. Sin embargo, no debemos por ello olvidar que es un procedimiento no exento de riesgos y de complicaciones directamente relacionadas con el tiempo de isquemia y la presión del dispositivo sobre el miembro en el que aplica³⁰.

La evaluación de los factores causales de la isquemia y los defectos neurológicos pueden ser difíciles de identificar en esos pacientes, debido a las lesiones en las estructuras vasculares mayores provocadas por el mecanismo lesional³⁶.

Beekley *et al*³⁷ en un estudio realizado durante la guerra de Iraq con 67 heridos en combate, muestra que un 23% de los dispositivos aplicados fueron ineficaces, un 41.8 % causó la pérdida del miembro y en el 4.1% de los casos no impidió la muerte del paciente. El tiempo de isquemia osciló entre 5 y 210 minutos siendo la media de 70 min.

Lakstein *et al*²⁴ aporta información de 97 casos de la sanidad militar israelí, obtenida entre los años 1997 y 2001, en la que se refleja que el 53 % de los torniquetes aplicados no estaban dentro de los criterios de indicación. Aun así, en el 78% de los casos su aplicación es efectiva, siendo el tiempo medio de isquemia de 83 minutos (1-305 minutos). Concluye que parte de esta ineficacia podría deberse al estrés al que está sometido el personal intervi-

niente en este tipo de situaciones, a la aplicación del torniquete sobre la ropa o sobre objetos que impiden una adecuada compresión que inhiba la hemorragia y que provocan lesiones añadidas, pero sobre todo a la falta de indicación táctica y clínica del uso del dispositivo. Según este autor, uno de los más firmes partidarios del empleo del torniquete son las Fuerzas Armadas de Israel (FAI) y su uso generalizado ha servido para obtener datos sobre las complicaciones asociadas a su empleo en Zona de Operaciones. Así mismo, recoge escasos antecedentes de complicaciones en su uso, siendo la mayoría de naturaleza temporal y reversible. Las complicaciones permanentes encontradas son aisladas y se asocian a un uso prolongado de los dispositivos.

Estudios más recientes muestran que la causa más frecuente para el uso de este dispositivo sigue siendo la asistencia a bajas masivas (57%), atención sanitaria en “situaciones bajo fuego” (34%) y la amputación traumática de algún miembro (34%). Otras indicaciones incluyen las lesiones con sangrado múltiple (9%), y el fracaso para detener la hemorragia con compresión directa o medidas convencionales (5%), situaciones que con frecuencia se dan en el entorno prehospitalario civil como ha sucedido en los últimos atentados de París³⁸ y en los que sin duda, dicha herramienta terapéutica puede contribuir en una mejora de la supervivencia de estos pacientes³¹.

Justificación

El Ejército de Tierra en el año 2008, con el fin de disminuir la mortalidad en ZO, incluye el torniquete dentro del botiquín individual de combate (BIC) como herramienta para el control de la hemorragia externa, junto a los agentes hemostáticos y el vendaje de emergencia. Además de mejorar la equipación del personal sanitario se detecta la necesidad de mejorar y estandarizar la formación del personal de tropa que realiza apoyo sanitario tanto en ZO como en Territorio Nacional (TN). Por ello el Mando de Doctrina del Ejército de Tierra (MADOC) diseña un plan de formación reglado y estandarizado para el ET, que supone una mejora en la calidad asistencial, encaminada a aumentar la supervivencia de los miembros de las Fuerzas Armadas (FF. AA.) desplegados en ZO, a la vez que se brinda una formación profesional reconocida, para su posterior reinserción en la vida laboral una vez que finalicen su compromiso.

Así, desde este momento y hasta el año 2014 incluido, se realizan en la Escuela Militar de Sanidad los cursos de Formación de Tropa Sanitaria del Ejército de Tierra nivel 3 (FSET-3) con la capacitación profesional de Técnico en Emergencias nivel Avanzado⁽¹⁾.

Entre los contenidos del curso se contempla el tema “Control de hemorragias: Calificación de hemorragias, medias convencionales para la inhibición de hemorragias, indicaciones tácticas y

(1) Se publica en septiembre de 2008 el PLAN DE ACTUACIÓN DE FORMACIÓN SANITARIA EN EL ET (norma interna del Ejército de Tierra), en el que tras las lecciones aprendidas en las Operaciones en las que el Ejército de Tierra (ET) participa, se recoge la necesidad de “mejorar la formación en Primeros Auxilios de todo el personal que participa; el personal del Servicio de Sanidad no facultativo debe tener capacidad para desempeñar el puesto de sanitario/ camillero y conductor de ambulancia; la Sección y a veces el Pelotón debe tener un fusilero con formación de Sanitario cuando realiza un cometido aislada de su Unidad superior; es importante sostener la formación adquirida, tanto en Territorio Nacional como en Zona de Operaciones”.

Estudio del torniquete de dotación del Ejército de Tierra

clínicas para la aplicación de torniquetes, primeros auxilios ante otras hemorragias, shock hipovolémico”⁽²⁾.

Por todo lo anteriormente expuesto, resulta pertinente el mejor conocimiento de la eficacia en la oclusión arterial que realiza el torniquete adquirido por el personal del ET, basando su relevancia en el hecho de poder contribuir a un mejor conocimiento de un dispositivo que se espera que sea eficaz ante una hemorragia en extremidades que compromete la vida.

Objetivos

- Objetivo general: Evaluar la eficacia del torniquete de dotación en el botiquín individual de combate del Ejército de Tierra (Fig. 1).
- Objetivos específicos:
 - Describir el perfil sociodemográfico de los alumnos que participan en el curso FSET-3.
 - Relacionar la eficacia del torniquete en relación a distintas variables: Número de vueltas en miembro superior (VMS2), número de vueltas en miembro inferior (VMI2), dolor en miembro superior (DOMS2), dolor en miembro inferior (DOMI2), perímetro de miembro superior (PMS2), perímetro de miembro inferior (PMI2), correcto lugar de aplicación en miembro superior (CLMS2), correcto lugar de aplicación en miembro inferior (CLMI2), correcta forma de aplicación en miembro superior (CCMS2), correcta forma de aplicación en miembro inferior (CCMI2), tiempo empleado de colocación en miembro superior (TMS2) y tiempo empleado de colocación en miembro inferior (TMI2).

Diseño

Se realiza un estudio analítico, prospectivo, transversal.

Ámbito de estudio

El trabajo de investigación se realiza en la Escuela Militar de Sanidad en el año 2014, periodo durante el cual se desarrollaron tres cursos de FSET-3. La evaluación de dicho torniquete se obtiene analizando los resultados obtenidos durante las prácticas realizadas en los mencionados cursos.

Muestra a estudio

Sobre una muestra de 85 sujetos aptos para el servicio, se ofrecieron 84 voluntarios (uno de los alumnos rehusó participar) todos ellos militares de tropa profesional. Durante el año 2014 se desarrollaron tres cursos FSET-3 en la EMISAN. Se aplican los siguientes criterios de selección:

- Criterios de inclusión: militares de tropa profesional apta para el servicio, seleccionada como alumnos de los cursos del plan FSET-3 celebrada en la EMISAN durante el año 2014.
- Criterios exclusión: Alumnos que presentaran lesión o patología que pudiera agravarse durante las pruebas con el torniquete. No se recoge ningún caso de estas características.

Se trata de una muestra de conveniencia, donde los participantes han sido nombrados como alumnos por el Cuartel General de la Fuerza Terrestre de entre el personal propuesto por las distintas Unidades del Ejército de Tierra.

Cálculo del tamaño muestral

El tamaño de la muestra de voluntarios se calculó con la fórmula para el cálculo de una proporción³⁹:

Se asumió un nivel de confianza del 95%, una precisión del 3% y una proporción del 0,10 para una población de 7.700 militares (se calculó sobre el número máximo de efectivos de las Fuerzas Armadas que pueden ser desplegados en el exterior en las distintas misiones internacionales según el acuerdo establecido entre el Gobierno Español y la Alianza Atlántica). Como resultado se necesita una muestra de $n = 49$ considerando una proporción esperada de pérdidas del 15%. Se realiza con 84 alumnos de tres cursos por reclutarse durante la realización de éstos.

Variables a estudio

- Variables independientes: Edad, sexo y perímetro de miembro superior y miembro inferior.
- Variables dependientes: Adecuada colocación del dispositivo en miembro superior e inferior derecho (lugar co-



Figura 1. Torniquete de dotación del ET. (Fuente propia del autor).

MATERIAL Y MÉTODO

(2) Escuela Militar de Sanidad, Academia Central de la Defensa. Guía docente del curso de Formación Sanitaria del Ejército de Tierra (FSET-3). Año 2009.

recto), correcta aplicación del dispositivo en miembro superior e inferior derecho (técnica adecuada), tiempo que tarda el sujeto en colocar el dispositivo en miembro superior e inferior derecho y dolor en miembro superior e inferior.

Los datos se recogen durante el taller práctico con el torniquete de dotación del Ejército de Tierra que se realiza dentro de los cursos FSET-3 celebrados en la EMISAN durante el año 2014.

Procedimiento

Para este estudio se empleó el torniquete, modelo CONMIL NOC 6515-33-2077128 desarrollado por la empresa Manzanal Mamphel S.L. El mismo modelo ha sido utilizado por el ET desde el año 2008 como dotación del botiquín individual del combate.

A cada participante se le facilitó una hoja de consentimiento informado y una hoja con información del estudio. Además se atendieron de forma individual sus dudas y se registraron los datos en el cuaderno de recogida de estos (Fig. 2). El estudio se realizó durante la autoaplicación del torniquete en MS (miembro superior) derecho y en miembro MI (miembro inferior) derecho en tercio proximal. Para ello se evaluó a cada uno de forma individual y en posición sedente sobre el suelo. Con cada individuo se utilizó un torniquete nuevo: dispositivo que se empleó tanto en la prueba de MS como de MI.

Previamente a su colocación se determinaron las medidas del perímetro del brazo y muslo. Para ello se efectuó la medición del diámetro del brazo y del muslo en tercio proximal mediante una cinta métrica con escala decimal. En todas las aplicaciones realizadas sobre el MS derecho, se permitió al sujeto emplear la mano contraria. En la aplicación en MI, se permitió el uso de las dos manos. Primero se realizó la prueba en MS y posteriormente sobre el MI. Se realizaron un total de 168 aplicaciones de torniquete (84 sobre miembro superior y 84 sobre miembro inferior) recogiéndose la siguiente información:

- Tiempo empleado en la aplicación del dispositivo: Desde que comienza la aplicación hasta que el voluntario dice "LISTO".
- Correcta colocación del dispositivo: Lugar adecuado de colocación. Se considera correcto cuando se cumple:
 - En extremidad superior: En la zona más proximal del brazo dejando espacio para la colocación de otro torniquete.
 - En extremidad inferior: En la zona más proximal de la pierna dejando espacio para la colocación de otro torniquete.
- Correcta aplicación: Técnica de aplicación del torniquete. Se considera correcta cuando se siguen las normas de utilización que acompañan al dispositivo.
- Correcta oclusión de los vasos sanguíneos: que se verifica mediante:
 - Colocación de doppler modelo HADECO BIDOP ES-100 VII durante la aplicación en extremidad superior (arteria radial) e inferior (arteria pedía). Se

considerará correcta cuando no se detecta el sonido de la onda de pulso.

- Control con pulsioxímetro modelo OXYM4000 durante la prueba en extremidad inferior y superior. Se realizará la medición sobre el primer dedo del pie derecho en miembro inferior y sobre el segundo dedo de la mano derecha en miembro superior. Se considerará correcta la aplicación cuando no haya lectura de onda de pulso ni lectura de pulsioximetría.

Antes de comenzar su ejecución se marcó con rotulador el punto en el que se registraba pulso con Doppler y se instruyó al sujeto voluntario para que cuando terminara la aplicación del torniquete lo indicará con la voz "LISTO", momento en el cual se detenía el cronómetro. En este momento se le mostraba una escala analógica visual del dolor y se le pedía que marcara sobre esta el dolor que experimentaba en ese momento. Terminada su aplicación, se confirmaba la ausencia de pulso mediante lectura de Doppler en el punto marcado previamente y pulsioximetría en miembro superior y en miembro inferior. Se seguía registrando con Doppler hasta que se observaba el restablecimiento de la circulación.

Análisis de datos

Para la obtención de los resultados se realiza un análisis uni y bivalente. Se asigna a cada participante un número de forma aleatoria en función del momento de su llegada a la prueba de tal manera que los investigadores sólo manejan el número asignado sin conocer la identidad del sujeto ni otra información como edad o destino.

Las variables se expresan como:

- Cuantitativas continuas: tiempo de colocación del dispositivo en miembro superior derecho (TMS2) en segundos, tiempo de colocación del dispositivo en miembro inferior derecho (TMI2) en segundos, edad en años y perímetro de brazo y pierna en cm (PMS2 y PMI2).
- Cualitativas: Correcta colocación del dispositivo en miembro superior derecho (CLMS2) (SI/NO), correcta colocación del dispositivo en miembro inferior derecho (CLMI2) (SI/NO), correcta aplicación del dispositivo en miembro superior derecho (CCMS2) (SI/NO), correcta aplicación del dispositivo en miembro inferior derecho (CCMI2). (SI/NO) y sexo (M/H).

Para este proceso se han utilizado estadísticos descriptivos, tanto de tendencia central como de dispersión así como inferenciales.

Para el análisis estadístico se utiliza el programa SPSS v.20.0.

RESULTADOS

Se realiza un análisis estadístico de los resultados tomando el nivel de significación 0.05 ($p=0.05$). Los resultados del estudio se presentan en las tablas (1 a 3) detalladamente.

FECHA:	CODIGO PARTICIPANTE
EDAD:	SEXO: <input type="checkbox"/> HOMBRE <input type="checkbox"/> MUJER
NIVEL DE ESTUDIOS	ESO: <input type="checkbox"/> BACHILLERATO: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="text"/>
APLICACIÓN EN MIEMBRO SUPERIOR	
1.- PERIMETRO EN MIEMBRO SUPERIOR:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
2.-CORRECTO LUGAR DE APLICACIÓN:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3.-CORRECTA COLOCACIÓN EN MIEMBRO SUPERIOR:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Introduce el extremo de la banda por la ventana interior de la hebilla	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Ajusta el compresor al brazo	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Une la banda que sobra al resto mediante cinta adhesiva de cierre autoagarrante	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Gira el tensor hasta el cese de la circulación	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Asegura el tensor en cualquiera de sus dos enganches	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Aloja la banda sobrante en la solapa de la hebilla de cierre	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
4.- TIEMPO EMPLEADO EN LA APLICACIÓN	
5. LECTURA TRAS APLICACIÓN DEL TORNIQUETE	
DOPPLER: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PULSIOXIMETRO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
APLICACIÓN EN MIEMBRO INFERIOR	
1.- PERIMETRO EN MIEMBRO INFERIOR:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
2.-CORRECTO LUGAR DE APLICACIÓN:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3.-CORRECTA COLOCACIÓN EN MIEMBRO INFERIOR:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Con el compresor desplegado, rodea con éste la pierna e introduce el extremo de la banda por la ventana inferior de la hebilla de cierre.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Dobla el extremo de la banda y la introduce por la ventana siguiente de la hebilla de cierre.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Ajusta el compresor a la pierna.	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Gira el tensor hasta el cese de la circulación	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Asegura el tensor en cualquiera de sus dos enganches	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
• Aloja la banda sobrante en la solapa de la hebilla de cierre	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
4.- TIEMPO EMPLEADO EN LA APLICACIÓN:	
5.- LECTURA TRAS LA APLICACIÓN DEL TORNIQUETE:	
DOPPLER: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PULSIOXIMETRO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Figura 2. Ficha de la recogida de datos.

No obstante, si limitamos la observación a aquellos casos en los que no hay captura por el doppler, evaluando la relación entre las vueltas aplicadas en:

- Miembro superior y el perímetro de éste, obteniendo que existe una asociación lineal inversamente proporcional (rp= -0.248).
- En el caso de miembro inferior, existe una asociación lineal (rp=0.121) la cual es directamente proporcional.

DISCUSION

Existen diversos estudios relacionados con la aplicación del torniquete tanto en entornos civiles como militares⁴⁰⁻⁴² en los que se comparan diversos modelos. Para ello utilizan, de forma similar al presente trabajo, el doppler y la pulsioximetría como

medida indirecta para determinar la eficacia en la oclusión arterial. De los dos métodos, es el doppler la prueba más utilizada tanto en el estudio de este dispositivo en extremidades como en los últimos trabajos relacionados con el torniquete de la arteria abdominal (AAT) y torniquetes de puntos de la unión en extremidades.

Se han realizado diversas investigaciones con el fin de comparar la eficacia de diversos dispositivos disponibles en el mercado^{14,43,44,46}.

Usero et al¹⁴ (2010) elaboran un análisis, de la eficacia del torniquete adquirido por el Ejército de Tierra comparándolo con otros dos modelos (Combat Application Tourniquet y torniquete de hebilla), siendo la muestra empleada inferior a la de este trabajo (n=5 vs n=84). Con las limitaciones del número de participantes, los resultados obtenidos son similares en cuanto a la eficacia en el cese de la circulación con este dispositivo.

En el presente estudio con el fin de determinar el momento preciso en el que se producía la interrupción del flujo sanguíneo en el miembro sobre el que se realizaba la aplicación del dispositivo se empleó la pulsioximetría. Se observó que existen diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) entre los resultados de lectura con Doppler y de pulsioximetría. Se constata que la pulsioximetría generó un mayor número de errores al contrastar la presencia de pulso mediante el uso del Doppler y mediante la toma de éste de modo manual, empleando más tiempo que éste en la determinación de la presencia de la onda.

El tiempo medio de aplicación que se ha obtenido (41,5 segundos±30,51) es menor que el registrado en la aplicación del SOFT-T (64 segundos±14) y del CAT (57 segundos±18) según Schreckengaust⁴³, sin embargo los límites superior e inferior varían en mayor medida (de 16 a 115 segundos) en nuestros datos creemos que debido a la dificultad demostrada por algunos voluntarios para realizar una correcta colocación del torniquete. Según este mismo autor, se analiza el cese de la circulación mediante lectura Doppler reflejando un porcentaje de oclusión de la circulación de un 43% para el modelo SOFT-T y de un 73% para el modelo CAT, medido sólo en el MI. Nuestros resultados son de un 50%, porcentaje que se encuentra en la media de los resultados de Schreckengaust. En ambas evaluaciones se recoge información relativa al modo correcto de aplicación del torniquete, documentando un porcentaje de aciertos en la colocación del 94% para el CAT y del 87% para el SOFT-T

Tabla 1. Variables sociodemográficas.

Edad	31,29±4,7
Sexo:	
Masculino	59 (70,2%)
Femenino	25 (29,8%)
Empleo:	
Soldado	52 (61,9%)
Cabo	23 (27,4%)
Cabo 1°	9 (10,7%)

Tabla 2. Cálculos del porcentaje y la frecuencia en la captura del dopler y pulsioxímetro en miembro superior e inferior.

Variable	Capta	Frecuencia	%
DPMS2	Si	16	19,0
	No	68	81,0
PUMS2	Si	17	20,2
	No	67	79,8
DPMI2	Si	42	50,0
	No	42	50,0
PUMI2	Si	40	47,6
	No	44	52,4

DPMS2: doppler en miembro superior, **PUMS2:** pulsioxímetro en miembro superior, **DPMI2:** doppler en miembro inferior, **PUMI2:** pulsioxímetro en miembro inferior.

Tabla 3. Significación estadística entre variables del estudio.

Variable	p	Prueba utilizada
TMS2 – TMI2	,995	Muestras relacionadas
DOMS2 – DOMI2	,0***	“
DPMS2/TMS2	,859	t de comparación de medias
DPMS2/VMS2	,845	“
DPMS2/DOMS2	,007**	“
DPMI2/ TMI2	,149	“
DPMI2/VMI2	,685	“
DPMI2/ DOMI2	,102	“
CLMS2 Y CCMS2	,013*	chi-cuadrado
CLMI2 Y CCMi2	,387	“

TMS2: tiempo empleado en la aplicación en miembro superior, **TMI2:** tiempo empleado en la aplicación en miembro inferior. **DOMS2:** dolor referido en miembro superior, **DOMI2:** dolor referido en miembro inferior. **DPMS2:** doppler en miembro superior, **DPMI2:** doppler en miembro inferior. **TMS2:** tiempo empleado en la aplicación en miembro inferior, **VMS2:** vueltas aplicadas en la aplicación, **DOMS2:** dolor referido en miembro superior, **TMI2:** tiempo empleado en la aplicación en miembro inferior, **VMI2:** vueltas aplicadas en miembro inferior, **DOMI2:** dolor referido en miembro inferior, **CLMS2:** correcto lugar de aplicación en miembro superior, **CCMS2:** correcta forma de aplicación en miembro superior, **CLMI2:** correcto lugar de aplicación en miembro inferior, **CCMI2:** correcta forma de aplicación en miembro inferior.

mientras que los de la presente investigación muestran un porcentaje ligeramente inferior (75%).

Heldenberg et al (2015)⁴⁴, reflejan un tiempo de aplicación drásticamente menor (CAT 19±7 segundos, SOFTT 24±7 segundos), mostrando también mejores resultados en la oclusión durante la aplicación sobre MS (CAT 90%, SOFTT 94%). Esta diferencia puede ser debida a que aunque ambos trabajos toman como muestra personal militar en periodo de formación, el estudio con el que comparamos resultados obtiene sus datos de voluntarios pertenecientes a la Unidad Especial de Guerra Naval Israelí (INSWU). Los soldados pertenecientes a esta Unidad contaban con amplia experiencia en combate y con conocimientos avanzados en primeros auxilios tácticos.

En nuestro estudio se ha obtenido un porcentaje de resultados en la oclusión arterial, mediante lectura Doppler, sobre MS de un 80% y de un 50% sobre MI. Wall et al⁴⁵ comparan distintos modelos de torniquetes entre sí (CAT and Tuck Tourniquet (SWAT-T)), presentando unos resultados en la oclusión arterial en MI del 94% y en MS del 100%.

Guo et al analiza los resultados de 5 tipos de torniquete⁴⁶. Tomando como referencia sus conclusiones, el torniquete de dotación del ET supera al torniquete de goma (60% y 75% sobre MS y MI respectivamente) y al torniquete de circunstancias (45% y 60% respectivamente).

Una investigación similar fue realizado con el One Handed Tourniquet (OHT) en 26 voluntarios midiendo la ausencia de flujo con un Doppler, llegando a la conclusión de que este modelo no es capaz de disminuir el flujo sanguíneo en todos los individuos siendo apto para realizar una oclusión arterial en el brazo en el 79% de los individuos, mientras que en MI disminuía este porcentaje hasta el 50%⁴⁷.

Walters et al⁴⁸ evalúan modelos como el CAT, Special Operations Forces Tactical Tourniquet (SOFTT) o el Emergency and Military Tourniquet (EMT) observando tasas de un 100% de eficacia en la oclusión arterial tanto en brazo como en pierna. Similares son los resultados de la Navy Experimental Diving Unit⁴⁹ que realiza un estudio con el CAT obteniendo una eficacia en la oclusión bajo lectura Doppler de 92 % en MS y del 73.91% en MI, superior a la obtenida en nuestro estudio por el torniquete de dotación del ET.

En el estudio anterior⁴⁸, se observan porcentajes de fallo mayores que variaban entre un 2% hasta un 28% en el caso del Flow Stopper Tourniquet (FST) y del TIAX Tourniquet respectivamente. El dispositivo analizado en nuestro caso no se observó fallos o problemas mecánicos en el momento de su aplicación ni se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo empleado por los voluntarios que consiguieron una oclusión total y los que no.

Savage et al⁵⁰ comparan tres modelos de torniquetes (CAT, SOFTT y SOFTT-W) obteniendo excelentes resultados durante la práctica de atención a heridos (CAT 97%, SOFTT 72,7% y SOFTT-W 73,8%). Sin embargo, al realizar la autoaplicación de este dispositivos, los resultados empeoran, resultando en un 68,2% el porcentaje de oclusión del flujo distal del total de aplicaciones. La práctica se realiza en escenarios simulando un entorno real. También investiga el tiempo de aplicación (CAT: 33.8±10.9, SOFTT: 48.2±20.3 y SOFTT 45.0±24.8) siendo similar a los obtenidos en nuestro estudio. Aunque recoge el grado de

Estudio del torniquete de dotación del Ejército de Tierra

dolor de los participantes, la escala utilizada es distinta (Escala Likert: sin dolor, poco dolor, moderado, severo y no tolerable) a la que hemos utilizado (escala analógica visual (0-10) por lo que los resultados no pueden ser comparados (grado de dolor 3 ± 0.8 frente $6,8\pm 2$).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el torniquete de dotación del botiquín individual de combate es una herramienta terapéutica **útil** para el control de la hemorragia externa en miembros. Se deben mejorar los resultados en el tiempo de empleo para aumentar la eficacia en la atención.

Los valores de rp no nos permiten afirmar que haya dependencia entre la ausencia de circulación y el número de vueltas aplicadas al dispositivo.

Son necesarios nuevos estudios en ambiente táctico (impregnados con materiales como arena o sangre), que generen mayor evidencia científica sobre las prestaciones de estos dispositivos.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores han declarado que no existe conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFIA

1. Byers R. An upshot of war – damage control resuscitation. *Int Emerg Nurs*. 2010 Oct;18(4):221-5.
2. Kheirabadi B. Evaluation of topical hemostatic agents for combat wound treatment. *US Army Med Dep J*. 2011 Apr-Jun;25:37.
3. Taylor DM, Parker PJ. An evaluation of two tourniquet systems for the control of prehospital lower limb hemorrhage. *J Trauma*. 2011 Sep;71(3):591-5.
4. Taylor D, Coleman M, Parker PJ. The evaluation of an abdominal aortic tourniquet for the control of pelvic and lower limb hemorrhage. *Mil Med*. 2013;178(11):1196-201.
5. Navein J, Coupland R, Dunn R. The tourniquet controversy. *The Journal of Trauma* 2003;54(5 Suppl):S219-20.
6. Husum H, Gilbert M, Wisborg T, Pillgram-Larsen J. Prehospital tourniquets: there should be no controversy. *The Journal of Trauma* 2004;56(1):214-5.
7. Pillgram-Larsen J. Compression bandage, not tourniquet: Experience in 68 patients with traumatic amputation after mines injuries. Paper presented at the RTO HFM Symposium on “Combat Casualty Care in Ground Based Tactical Situations: Trauma Technology and Emergency Medical Procedures”, held in St. Pete Beach, USA, 16-18 August 2004, and published in RTO-MP-HFM-109.
8. Bridges E, Biever K. Advancing critical care: joint combat casualty research team and joint theater trauma system. *AACN Adv Crit Care*. 2010 Jul-Sep;21(3):260-76.
9. D’Alleyrand JC, Dutton RP, Pollak AN. Extrapolation of battlefield resuscitative care to the civilian setting. *J Surg Orthop Adv*. 2010 Spring;19(1):62-9.
10. Lairret JR, Bebartá VS, Burns CJ, Lairret KF, Rasmussen TE, Renz EM, et al. Prehospital interventions performed in a combat zone: a prospective multicenter study of 1,003 combat wounded. *J Trauma Acute Care Surg* 2012 Aug;73(2 Suppl 1):S38-42.
11. Welling, Hulston et al. A balanced approach to tourniquet use: lessons learned and relearned. *Journal of the American College of Surgeons*. 2006;203(1):106-115.
12. Kragh JF, Baer David G, Walters TJ. Extended (16-Hour) Tourniquet Application After Combat Wounds: A Case Report and Review of the Current Literature. *J Orthop Trauma* 2007;21:274-278.
13. Adams, F. (1849): *The Genuine Works of Hippocrates* (translated from the Greek). Section “On the Articulations,” p. 259, section 69. Baltimore: The Williams & Wilkins Company. London : Sydenham Society.
14. Usero Pérez et al. El torniquete: Uso en Zona de Operaciones. Valoración del nuevo modelo de dotación individual en el Ejército de Tierra. Poster presentado en el VII Congreso de Enfermería de la Defensa durante el Congreso de Enfermería Militar 2010. San Fernando. España.
15. Reyes R. Avances quirúrgicos en los conflictos armados. *Colomb Cir* 2004;19(4):201-210.
16. Sachs M, Bojunga J, Encke A. Historical evolution of limb amputations. *World J Surg* 1999; 23: 1088-93.
17. Gómez Ulla M. La Cirugía en la guerra. Real Academia Nacional de Medicina. 1942. Descargado de web: <https://books.google.es/books?id=3C3c4AqtHo0C> el 14 de febrero de 2014.
18. Bellesteros R, Gómez E. Historia de la Traumatología y Cirugía Ortopédica: siglo XVII, Universidad de Jaén 2008.
19. Richey SL. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *J Spec Oper Med*. 2009 Winter;9(1):56-64.
20. Tourniquet problems in war injuries. *Bulletin of the USA Army Medical Department* 1945, 37:77-84.
21. Swanson AB, Livengood LC, Sattel AB. Local hypothermia to prolong safe tourniquet time. *Clin Orthop* 1991;264:200-208.
22. Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Mil Med* 1984;149(2):55-62.
23. Cuadrado D, Arthurs Z, Sebesta J, et al. cause of death analysis at the 31st combat support hospital during Operation Iraqi Freedom. Presented at the 28th Annual Gary P. Wratten Army Surgical Symposium. Walter Reed Army Institute of Research. Silver Spring. Maryland. May 2006.
24. Pedowitz RA. Tourniquet-induced neuromuscular injury: a recent review of rabbit and clinical experiments. *Acta Orthop Scand* 1991;245:1-33.
25. Sharma JP, Salhotra R. Tourniquets in orthopedic surgery. *Indian journal of orthopedics* 2012;46(4):377.
26. Prakash J, Salhotra S, Salhotra R. Tourniquets in orthopedic surgery. *Indian J Orthop*. 2012 Jul-Aug;46(4):377-383.
27. Subsecretaría de Defensa. Inspección General de Sanidad. Ministerio de Defensa. Atención inicial a la baja de combate. NIPO: 075-11-193-9. 2011.
28. García Martínez de Salinas et al. Manual de Soporte Vital Avanzado en Combate. Ministerio de Defensa. NIPO: 083-14-182-4. 2014.
29. Wakai A, Winter DC, Street JT, Redmond PH. Pneumatic tourniquets in extremity surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001;9(5):345-351.
30. Kelly JF, Ritenour AE, Mc Laughlin DF, et al. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. *J Trauma*. 2008;64:S21-27.
31. Gerard S. Doyle, Peter P. Taillac et al. Los torniquetes: Una revisión de sus indicaciones con propuestas para la ampliación de su uso en el contexto prehospitalario. *Prehospital Emergency Care (Ed. Esp.)* 2008;1(4):363-379.
32. Gerhardt RT, De Lorenzo RA, Oliver J, Holcomb JB, Pfaff JA. Out of Hospital Combat Casualty Care. *Annals of Emergency Medicine*. 2009;53(2):169-174.
33. Kragh JF, O Neill ML, Beebe DF, Fox CJ, Beekley AC, Cain JS, Parsons DL, Mabry RL, Blackburne LH. Survey of the indications for use of emergency tourniquets. *J Spec Oper Med*. 2011 Winter;11(1):30-8.
34. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, Holcomb JB. Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major. *Journal of Trauma*. 2008;64:S38-S50.
35. Tien HC, Jung V, Rizoli SB, Acharya SV, MacDonald JC. An Evaluation of tactical combat casualty care interventions in a combat environment. *J Am Coll Surg* 2008;207(2):174-178.
36. Beekley A, Starnes B, Sebesta JA. Lecciones de la cirugía militar moderna. *Surg Clin N Am* 87. 2007:157-184.
37. Beekley Alec C, Sebesta James A, Blackburne Lorne H, Herbert Garth S, Kauvar David S, Baer David G, Walters Thomas J, Mullenix Philip S, Holcomb John B. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *The Journal of Trauma* 2008; 64(2 Suppl):S28-37; discussion S37.
38. Hirsch M, Carli P, Nizard R, Riou B, Baroudjian B, Baubet T, Chhor V, Chollet-Xemard C, Dantchev N, Fleury N, Fontaine JP, Yordanov Y, Raphael M, Burtz CP, Lafont A. The medical response to multisite terrorist attacks in Paris. *Lancet*. 2015 Nov 25. pii: S0140-6736(15)01063-6.

39. Fistera. Determinación del tamaño muestral. Descargada el 5 de marzo de 2015. Disponible en: <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>.
40. Passos E, Dingley B, Smith A, Engels PT, Ball CG, Faidi S, Nathens A, Tien H. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. *Injury*. 2014 Mar;45(3):573-7.
41. Lohéas D, Leroulley D, Petitjeans F, Précloux P. An evaluation of two tourniquet systems for the control of prehospital lower limb hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Mar;72(3):799-800.
42. Kalish J, Burke P, Feldman J, Agarwal S, Glantz A, Moyer P, Serino R, Hirsch E. The return of tourniquets. Original research evaluates the effectiveness of prehospital tourniquets for civilian penetrating extremity injuries. *JEMS*. 2008 Aug;33(8):44-6, 49-50, 52, 54.
43. Schreckengaust R, Littlejohn L, Zarow GJ. Effects of training and simulated combat stress on leg tourniquet application accuracy, time, and effectiveness. *Mil Med*. 2014 Feb;179(2):114-20.
44. Heldenberg E, Aharony S, Wolf T, Vishne T. Evaluating new types of tourniquets by the Israeli Naval special warfare unit. *Disaster and Military Medicine* 2015;1(1):1.
45. Wall PL, Duevel DC, Hassan MB, Welander JD, Sahr SM, Buising CM. Tourniquets and occlusion: the pressure of design. *Mil Med*. 2013 May;178(5):578-87.
46. Guo JY, Liu Y, Ma YL, Pi HY, Wang JR. Evaluation of emergency tourniquets for prehospital use in China. *Chin J Traumatol*. 2011 Jun 1;14(3):151-5.
47. King RB, Filips D, Blitz S, Logsetty S. Evaluation of Possible Tourniquet Systems for Use in the Canadian Forces. *J Trauma*. 2006 May;60(5):1061-71.
48. Walters TJ, Wenke JC, Kauvar DS, McManus JG, Holcomb JB, Baer DG. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care*. 2005 Oct-Dec;9(4):416-22.
49. Hill J, Montgomery L, Hopper K, Roy L. Evaluation of self-applied tourniquets for combat applications, second phase. Defense Technical Information Center; 2007. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?q=.+Experimental+Diving+Unit.+Evaluation+on+Self-applied+tourniquets+for+combat+applications.+Second+Phase&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart&sa=X&ved=0ahUKewjm_MG3hs3JAhX-EVRoKHSAQDE4QgQMIHTAA
50. Savage E, Pannell D, Payne E, O'Leary T, Tien H. Re-evaluating the field tourniquet for the Canadian forces. *Mil Med* 2013;178(6):669-675.