

CONTROL DE LA HEMORRAGIA EXTERNA EN COMBATE

V. González Alonso^a, M.E. Cuadra Madrid^b, M.C. Usero Pérez^b,
G. Colmenar Jarillo^a y M.A. Sánchez Gil^c

^aProfesor del Departamento de Enfermería. Escuela Militar de Sanidad. Madrid. España.

^bHospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. España.

^cProfesora del Departamento de Medicina. Escuela Militar de Sanidad. Madrid. España.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es revisar los procedimientos actuales para el tratamiento de la hemorragia externa en ambientes tácticos y plantear un modelo de actuación que sirva de base para actualizar los protocolos de intervención ante este tipo de incidentes. La hemorragia incontrolada o masiva sigue constituyendo la primera causa de muerte del combatiente en operaciones de combate. Los esfuerzos de diferentes organizaciones y de la sanidad de los ejércitos se orientan a mejorar la supervivencia del combatiente mediante el desarrollo de elementos conocidos y perfeccionados, como el torniquete o bien con el empleo de nuevos productos que favorecen la hemostasia, como el HemCom[®], Chitosan[®], el Quick Clot[®] o el Combat Gauze[®]. La instrucción y formación en el empleo correcto de estos dispositivos y de los agentes hemostáticos de última generación, puede suponer un incremento en los índices de supervivencia del combatiente en los actuales y futuros conflictos bélicos. **Palabras clave:** asistencia sanitaria en combate; sanidad militar; hemorragia externa; torniquete; agentes hemostáticos.

CONTROL DE LA HEMORRAGIA EXTERNA EN CAMPAÑA

Las principales causas de mortalidad durante el combate son la hemorragia^{1,2} y los traumatismos que afectan al sistema nervioso central, suponiendo el resto una amplia miscelánea que produce lesiones incompatibles con la vida. Históricamente, hasta el 20% de los fallecimientos se produce antes de que puedan recibir asistencia sanitaria, si bien la mayoría vive lo suficiente como para ser evacuada a una formación de asistencia sanitaria con capacidad quirúrgica.

La hemorragia continúa siendo la primera causa de muerte³, y supone hasta el 50% de los casos. Su control

efectivo mejora significativamente la supervivencia. Los avances en su tratamiento, demuestran la necesidad de su inmediato control dentro del manejo del soporte vital, anteponiendo la C (*circulation*) al ya conocido ABC. Así pues, en el Battlefield Advanced Trauma Life Support y las guías del Comité of Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC), prevalece el C-ABC frente al ABC del Prehospital Trauma Life Support. Esto supone que el control de la hemorragia externa es prioritario a la perfusión de líquidos y a la administración de oxigenoterapia. Por lo tanto, parece recomendable que siempre que nos encontremos ante una sospecha de shock hipovolémico, prioricemos el control de la hemorragia frente a la resucitación con fluidos, más aún cuando las condiciones de seguridad puedan ralentizar la evacuación del herido.

USO DEL TORNIQUETE

Desde que en 1674 el cirujano militar francés Moral introdujera el uso del torniquete en el campo de batalla, este dispositivo se ha utilizado para el control de la hemorragia externa durante la cirugía y en el tratamiento inicial de lesiones traumáticas de miembros con hemorragias importantes. A pesar de que es una medida altamente efectiva para realizar un control de la hemorragia activa, presenta una serie de complicaciones derivadas de la compresión de los tejidos que se encuentran por debajo de él como piel, nervios y músculos.

La aplicación de torniquetes es desechada en los actuales protocolos de asistencia prehospitalaria civiles, debido, entre otras razones, al corto período en que se deriva al paciente a un servicio de urgencias hospitalario y al temor que suscitan las complicaciones que surgen ante un tiempo de isquemia prolongado. Por lo que se establece como tiempo de seguridad un período de 2 h (similar al tiempo de isquemia quirúrgico) para disminuir la frecuencia de aparición de complicaciones.

El uso del torniquete en situaciones de combate ha suscitado un amplio debate en la bibliografía⁴⁻⁶, encontrando opiniones a favor y en contra de éste. Sin embargo, en el medio militar el gran número de bajas en

Dirección para correspondencia: Capitán Enfermero Valentín González Alonso, Departamento de Enfermería de la Escuela Militar de Sanidad, Camino de los Ingenieros, 6, 28047 Madrid, España. Correo electrónico: vgonal2@oc.mde.es



FIGURAS 1 Y 2. Torniquete CAT (*combat application tourniquet*) aplicado en herida de bala en miembro inferior derecho. Foto cedida por la Comandante Médico Doña M.A. Sánchez Gil —role 2— Afganistán, 2009).

cortos períodos, la situación táctica del momento y la dilatación de los tiempos de evacuación observada en los recientes conflictos (Somalia, Irak o Afganistán), lo convierten en una herramienta de uso útil y frecuente. Sin embargo, no podemos por ello olvidar que es un procedimiento no exento de riesgos.

En el desarrollo de acciones bajo fuego enemigo o con reducidas medidas de seguridad, tanto para el herido como para el equipo sanitario, la elevación del miembro sangrante es impracticable, la oscuridad en operaciones nocturnas y la falta de medios humanos ante situaciones de bajas masivas, convierte al torniquete, en una medida más apropiada que la presión directa en puntos definidos y la aplicación de un vendaje compresivo para cohibir la hemorragia externa grave o exanguinante, permitiendo una movilización rápida del paciente hacia una zona segura.

Una vez allí, se procederá a aflojar el torniquete sin retirarlo, se realizará una reevaluación del sangrado y la posterior aplicación de un vendaje hemostático con compresión directa. Es importante recalcar que el dispositivo no debe retirarse nunca en la fase de cuidados bajo fuego (CUF, *care under fire*), se mantendrá aflojado si no hay signos de sangrado y se retirará durante la fase de *tactical field care* (TFC) en la unidad sanitaria donde la baja reciba el tratamiento especializado (*role 2*). Durante la evacuación se debe vigilar periódicamente el estado del herido, ya que puede restablecerse el sangrado.

En un estudio realizado por la sanidad militar del ejército de Estados Unidos durante la guerra de Irak (2004)⁷ con 67 heridos en combate, el empleo prehospitalario del torniquete mostró que alrededor de un 23% de los dispositivos aplicados fue ineficaz, un 41,8 % causó la pérdida del miembro y en un 4,1% de los casos no impidió la muerte del paciente. El tiempo de isquemia osciló entre 5 y 210 min, con una media de 70 min (figs. 1 y 2).

Otro estudio de la sanidad militar israelí con 97 casos⁸, realizado entre los años 1997 y 2001, reflejó que el 53% de los torniquetes aplicados no estaba dentro de

los criterios de indicación. Aún así, en el 78% de los casos su aplicación fue efectiva, siendo el tiempo medio de isquemia de 83 min (1-305 min).

Parte de esta ineficacia se podría deber al estrés al que está sometido el personal interviniente en estas 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 (figs. 3 y 4), pero sobre todo a la falta de indicación táctica y clínica del uso del dispositivo.

Se ha observado 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%).

CUANDO COLOCAR EL TORNIQUETE

La mayoría de las lesiones de combate observadas en los últimos conflictos bélicos en zonas de Oriente Medio en tropas americanas afectan, mayoritariamente, a miembros inferiores y superiores (56%) según datos del Departamento de Defensa de Estados Unidos. Se estima que 7 de cada 100 muertes en combate podrían prevenirse mediante el empleo adecuado de torniquetes⁹.

Los criterios para el uso del torniquete en el ámbito militar englobarán las siguientes situaciones clínicas^{4,7,8,10-12}:

A. Indicaciones clínicas.

- Amputaciones traumáticas con hemorragia externa moderada o severa.
- Fallo del control del sangrado mediante compresión directa o vendaje hemostático.
- Importante sangrado de múltiples focos que no permita la adecuada aplicación de presión directa.

- Pacientes con graves hemorragias externas en miembros que precisan urgentemente soporte ventilatorio o aislamiento de la vía aérea.
- Hemorragia incontrolada por objeto penetrante.

B. Destacar las siguientes indicaciones tácticas.

- Atención a bajas sangrantes y amputaciones traumáticas en situación bajo fuego.
- Control de pacientes con hemorragia externa en ambientes hostiles (zonas de guerra, edificios colapsados, riesgo de explosión, etc.).
- Acciones con bajas masivas y cuando el número de heridos o las lesiones de éstos excedan las posibilidades del personal sanitario para ofrecerles un tratamiento adecuado.
- Operaciones nocturnas.

Siempre que nos encontremos en una situación bajo fuego enemigo, las medidas convencionales para detener la hemorragia no van a poder realizarse por motivos de seguridad obvios. Por lo que, tanto la elevación del miembro como la compresión directa o la colocación de un vendaje compresivo van a ser medidas que pospondremos hasta que el herido se encuentre en una posición segura. *Es de vital importancia el tener claro el concepto de no arriesgar la vida del herido o la nuestra propia aplicando tratamientos innecesarios*¹⁰.

Realmente, en este tipo de situaciones el procedimiento de elección para el control de la hemorragia será la aplicación del *combat application tourniquet* (CAT), bien por el propio combatiente bien por el compañero, lo que detendrá momentáneamente la hemorragia, permitiéndonos la rápida evacuación del herido a una posición más segura donde realizar las maniobras recomendadas para el control de la hemorragia, o bien mantener y defender nuestra posición hasta que se anule la amenaza. Una vez que ésta esté neutralizada podremos reevaluar a los heridos siguiendo los protocolos de hemostasia convencionales mediante el empleo de los vendajes compresivos y agentes hemostáticos¹¹.

El efecto psicológico añadido que conseguimos con el empleo del torniquete en el campo de batalla es el de reducir la exposición al fuego enemigo de la baja sanitaria, además de permitir la rápida evacuación de los heridos a una zona segura o a una formación sanitaria donde puede ser retirado y reemplazado, por la compresión directa y la aplicación de un vendaje compresivo o cirugía del control de daños por personal de sanidad militar. La secuencia de actuación se podría desarrollar del siguiente modo^{3,4,13}:

1. Buscar hemorragias mediante la evaluación directa a la vez que intentamos determinar la presencia de fracturas y quemaduras.
2. Si hay un sangrado activo aplicaremos un apósito o conjunto de compresas dentro de la herida sangran-

te. En situación bajo fuego, el dispositivo de elección en el tratamiento de la hemorragia externa es el torniquete.

3. Si se aplicó un torniquete durante la atención bajo fuego, se aflojará y se valorará la eficacia de la compresión a través del vendaje una vez que nos encontremos en TFC.
4. Si la hemorragia continúa a pesar de las medidas tomadas, recolocar el torniquete y escribir una "T" en un lugar visible con rotulador indeleble con la hora (formato de 24 h) de inicio de isquemia. Ante la ineficacia del primer torniquete colocaremos otro por encima del anterior, valorando la posibilidad del empleo de agentes hemostáticos, si disponemos de ellos.
5. No debemos aplicar un torniquete encima de articulaciones o sobre la ropa, la zona de colocación ha de estar al descubierto y el torniquete se aplicará directamente sobre la piel, siempre que se pueda y la situación táctica así lo permita. El torniquete ha de estar visible en todo momento y nunca debe cubrirse con un vendaje compresivo.

COMPLICACIONES

El uso del torniquete en sus diversas modalidades, no está exento de complicaciones generalmente debidas a la mala colocación del dispositivo, a prolongados tiempos de isquemia, al empleo de "dispositivos de circunstancias" inadecuados o a la no realización de una evaluación del herido por personal facultativo. Para conseguir mitigar los efectos adversos derivados de su manejo inadecuado, es importante adiestrar al combatiente y al personal de sanidad en su correcta utilización.

No obstante, las circunstancias que envuelven el uso del torniquete en campaña, excluyen muchas veces los principios de seguridad, y las condiciones tácticas de la misión favorecen que el tiempo de isquemia sea superior a 2 h¹³. Considerando dicho tiempo como el que se tarda desde que el dispositivo se coloca sobre la baja hasta que ésta llega a una formación sanitaria con capacidad quirúrgica y banco de sangre (EMAT, ECA, etc.). Lastein et al describen 4 casos de 90 heridos de las Fuerzas Armadas Israelíes, tratados con este tipo de dispositivos, que tras 150 min de isquemia presentaron complicaciones sin que ninguno de ellos perdiera el miembro lesionado¹³.

Distintos trabajos describen algunas de las lesiones observadas tras el uso del torniquete, entre las que cabría destacar^{7,8,14-17}:

- Lesiones neurológicas que engloban neuroapraxias, parálisis y lesiones nerviosas, de carácter transitorio o permanente, asociadas al uso del torniquete en cirugía ortopédica. Se recomienda añadir 50-75 y 100-150 mmHg a la presión arterial sistólica para el

miembro superior y miembro inferior, respectivamente. Únicamente la presión de inflado del torniquete superior a 400 mmHg representa un riesgo añadido.

- Isquemia.
- Lesiones musculares.
- Rabdomiólisis.
- Síndrome compartimental
- Síndrome de coagulación intravascular diseminada.
- Tromboembolismos.
- Gangrena gaseosa.
- Dolor significativo.
- Hiperkalemia.
- Acidosis metabólica.

En 5 casos informados de soldados israelíes heridos en combate durante el conflicto de Líbano en 2006, entre tropas israelíes y Hezbollah, se describen complicaciones por uso prolongado del torniquete en lesiones traumáticas de los miembros. La excesiva presión ejercida por el dispositivo y los prolongados tiempos de isquemia fueron las 2 causas principales de aparición de lesiones nerviosas. Aunque en todos ellos se evitó una pérdida de sangre mayor y el uso del dispositivo estaba inicialmente indicado, en ninguno de los casos el herido fue revaluado por personal facultativo, permaneciendo en isquemia durante largos períodos, que oscilan entre 10 y 20 h¹⁴.

Estudios previos con voluntarios demostraron que el uso del A-TT (*auto-transfusion tourniquet*) no provoca un aumento significativo de la aparición de complicaciones por isquemia o por exceso de presión. Graviely et al¹⁸ describieron un aumento de las presiones sistólica y diastólica con este dispositivo y la aparición de significativos cambios de los parámetros bioquímicos, como incremento ligero del pH, aumento del K⁺, CPK y hemoglobina. Otros parámetros respiratorios y circulatorios no mostraron cambios significativos.

Recomendando un período de 40 min como el tiempo necesario para que los tejidos recuperen su estado de normalidad tras un uso prolongado. Se propone, para minimizar al máximo la aparición de complicaciones, que en los casos en que se requiera el uso del torniquete, el personal facultativo debe verificar cada 2 h la presencia o no de hemorragia. En el caso en que la hemorragia haya cesado, el torniquete se debe retirar y sustituir por un vendaje compresivo, siempre y cuando el tiempo de isquemia no supere las 6 h. Hay que colocarlo al menos 5-10 cm por encima de la herida, directamente sobre la piel y procurando no hacerlo sobre el uniforme, para así evitar desplazamientos de éste, retirarlo tan pronto como sea posible recordando que el tiempo máximo de isquemia no debe superar las 2 h¹⁹. Las guías del CoTCCC de 2009 recomiendan colocarlo en la fase de CUF lo más proximal posible²⁰. En la medida de lo posible, se recomienda el uso de dispositivos neumáticos sobre los dispositivos mecánicos²¹.



FIGURA 3. CAT (*combat application tourniquet*).

DIFERENTES MODELOS DE TORNIQUETE

Hay variedad de este tipo de torniquetes, entre los más conocidos señalaremos:

- CAT.
- Mechanical advanced tourniquet (MAT).
- Torniquetes neumáticos (EMT, emergency & military tourniquet).
- Integrated tourniquet system (ITS).

Todos ellos han de reunir las siguientes condiciones establecidas por el The United States Army Institute of Surgical Research, para poder ser considerados de uso militar en el campo de batalla:

- Eficaz en el tratamiento de la hemorragia, tanto en miembros superiores como inferiores.
- Compacto y resistente.
- No voluminosos y ligeros.
- Confeccionado en un material resistente y duradero.
- Disponer de elementos mecánicos sencillos para la aplicación de presión y un sistema de seguridad para evitar el alivio de presión accidental.
- De fácil manejo y rápida aplicación por parte del usuario, no empleando en su colocación más de 1 o 2 min, con escaso entrenamiento.
- De fácil producción y bajo coste.
- Que no precisen baterías o fuentes de energía para su funcionamiento.
- Exento de partes mecánica sofisticadas.

Combat application tourniquet

El CAT (fig. 3), desarrollado por una empresa norteamericana, ocluye completamente la circulación venosa y arterial de una extremidad en caso de una lesión

FIGURA 4. MAT (*mechanical advanted tourniquet*).

traumática con una hemorragia importante. En las pruebas realizadas por la Navy Experimental Diving Unit (NEDU) se obtuvo una eficacia en la oclusión arterial de un 81,4% mediante lectura Doppler^{19,22}.

El CAT utiliza una pequeña cinta de nylon de unos 10 cm de ancho que se sujeta alrededor del miembro a través de una hebilla y se fija con un velcro. Esta cinta, a su vez, tiene unido un elemento de aluminio mediante un sistema de libre movimiento que permite ejercer la presión de modo circular y así realizar la isquemia necesaria para detener la hemorragia. Una vez detenida, posee un pequeño y sencillo dispositivo para anclar el elemento de aluminio y evitar así que la presión que se ejerce disminuya accidentalmente. Su precio es de 28,90 \$.

Es el torniquete en dotación de los *individual first aid kit* (IFAK) que porta cada combatiente en vigor desde el año 2000. Se estima que actualmente el ejército americano cuenta con más de 200.000 unidades en servicio.

Es el dispositivo recomendado en las guías del CoTCCC de 2009 como primera línea de tratamiento de la hemorragia externa en CUF²⁰.

Mechanical advanted tourniquet

Ha demostrado ser uno de los torniquetes de más fácil manejo y el que menos tiempo se tarda en colocar. El MAT (fig. 4) puede colocarse con una sola mano y la isquemia completa se logra a los 10 s si su colocación es adecuada. Puede colocarse desde un rango de ancho mínimo de 4 pulgadas (10,16 cm) en el miembro superior hasta un rango máximo de 36 pulgadas (91,44 cm) en la circunferencia del muslo.

Según las pruebas realizadas por la NEDU²² sobre diferentes modelos de torniquetes, obtiene las mejores puntuaciones en eficacia en la oclusión mediante medición Doppler con un índice del 80,48%, un tiempo medio de aplicación de 59,5 s (para personal no experimentado) y de 19,5 s (para personal instruido).

En comparación con el CAT tiene la ventaja que no acaba dando fallos de cierre cuando los velcros se lle-

nan de arena, barro, suciedad o aceite. Está elaborado con materiales resistentes a grandes impactos y son capaces de soportar temperaturas extremas. Un inconveniente que presenta es que no puede aflojarse para evaluar el sangrado como el CAT sino que hay que retirarlo completamente y volverlo a colocar, con lo cual no se contempla su uso en los CUF.

Torniquete de autotransfusión

El A-TT es un dispositivo diseñado para restaurar la volemia de un miembro a la circulación central y evitar su reentrada mediante un gesto rápido y sencillo. Está constituido por un anillo de silicona enrollado en una manga de tejido no estéril, elástico, rematado en un par de asas de tracción (fig. 5).

El plazo máximo de colocación es de 2 h. Se suministra en 2 tamaños diferentes:

- Modelo adulto para miembros inferiores, con un diámetro de 30 a 60 cm.
- Modelo infantil para miembros inferiores con un diámetro de 24 a 40 cm. Este modelo puede ser empleado en brazos de adultos.

El modo de colocación es el siguiente: el A-TT se aplica sobre la mano o sobre el pie, y mediante un gesto rápido y enérgico se tracciona de las asas, de distal a proximal, envolviendo el miembro en un par de segundos. Con este gesto se consiguen 2 efectos, inhibir la hemorragia y, a la vez, recuperar la volemia a la circulación central.

Inicialmente, el estrecho anillo de apertura va haciéndose progresivamente más grande a medida que lo desenrollamos a lo largo de la extremidad, de distal a proximal. El resultado es que la fuerza ejercida es uniforme en toda la extensión de la extremidad, siendo la presión que ejerce el anillo de silicona en su posición final, mayor que la presión arterial sistólica. La aplicación del A-TT provoca un aumento de las presiones arteriales sistólica y diastólica^{23,24}, no modificando parámetros bioquímicos de modo significativo.

FIGURA 5. A-TT (*auto-transfusion tourniquet*).

Entre sus características principales podemos destacar que su manejo requiere poco entrenamiento, no es costoso, ocupa poco espacio de almacenaje y su peso es ínfimo, lo que le convierte en un dispositivo adecuado para emplear en operaciones militares. Sin embargo, su colocación es aparatosa y expone al personal sanitario que lo aplica en la fase de CUF, por lo que no es recomendable su uso en esta fase de cuidados.

Las contraindicaciones de su uso son:

- Shock cardiogénico.
- Edema agudo de pulmón.
- Trombosis venosa profunda
- Miembro inestable por fractura o luxación.
- Lesiones o quemaduras importantes en piel (contraindicación relativa).
- Lesiones sangrantes en abdomen y tórax.

Para efectuar la retirada del A-TT es preciso hacerlo en una formación sanitaria con capacidad quirúrgica, en presencia de un equipo médico quirúrgico, con los recursos materiales necesarios; asimismo, el paciente deberá estar monitorizado en todo el proceso de retirada. Siempre que presente estabilidad hemodinámica, el dispositivo deberá ser retirado gradualmente, para prevenir una repentina disminución de las resistencias periféricas y facilitar el «lavado» de los productos derivados de la isquemia a la que ha estado sometido el miembro.

Por ello, primero des enrollaremos desde la zona proximal a distal hasta la altura de la rodilla (en el caso de miembro inferior) y hasta la zona del codo (en el caso de miembro superior), monitorizando en todo momento la presión arterial del herido. Después de unos minutos, necesarios para que el sistema cardiovascular se estabilice, haremos lo mismo con el dispositivo situado en el otro miembro. Tras esperar unos minutos sin alteración hemodinámica, se procederá a retirar completamente el dispositivo. Nunca debemos cortar el A-TT para retirarlo²⁵.

Emergency and military tourniquet

El EMT (fig. 6) es una modalidad de torniquete neumático quirúrgico diseñado para su uso táctico o de campo. Constituido por una banda ancha que protege un manguito neumático de inflado manual, es el elemento para el tratamiento de la hemorragia en campaña. Es mejor tolerado por el herido, ya que su colocación es menos dolorosa debido al ancho de su banda y refiere mejores parámetros de oclusión debido a las presiones uniformemente ejercidas por la banda neumática. Tanto el CAT como el EMT resultaron el 100% de eficaces en la oclusión del flujo sanguíneo en extremidades superiores e inferiores en las pruebas de laboratorio²⁶.

El EMT se comparó en 22 intervenciones quirúrgicas con el manguito de isquemia quirúrgico; durante el es-



FIGURA 6. EMT (*emergency & military tourniquet*).

tudio, los cirujanos no detectaron diferencias de funcionamiento, se mantuvieron las presiones de inflado estables durante la cirugía, fue más fácil de colocar y ofreció una mejor adaptación a los miembros que el manguito de isquemia quirúrgico²⁷.

La posibilidad de dotar al combatiente o al personal sanitario de torniquetes neumáticos en primera línea resulta, a efectos prácticos, poco efectivo por la alta vulnerabilidad a ser inutilizados en condiciones de combate, pudiendo quedar inservibles cuando más se necesitan, además de tener un elevado coste. No obstante, es el dispositivo indicado para escenarios cuyos tiempos de extracción de una baja sean prolongados²⁸.

El estudio de nuevos materiales más resistentes, abre las posibilidades para que sean los sustitutos de los torniquetes mecánicos en un breve espacio de tiempo.

Integrated tourniquet system

Actualmente, y debido a los nuevos sistemas de protección pasiva que portan las tropas, se ha conseguido disminuir la incidencia de lesiones en tórax y abdomen, pero no así las posibilidades de morir como consecuencia de las heridas en las extremidades. En el campo de batalla de hoy, el uso de artefactos explosivos improvisados ha demostrado cuán peligrosas pueden ser las lesiones por metralla. Una laceración de las principales arterias situadas en los miembros superiores o inferiores puede causar la muerte rápidamente, a menos que se aplique de modo precoz un torniquete. Lo más novedoso en relación a este tema es el ITS, desarrollado por una empresa norteamericana. La idea básicamente es la de integrar torniquetes en el uniforme del combatiente, disminuyendo considerablemente el tiempo de aplicación de éstos.

FIGURA 7. ITS (*integrated tourniquet system*).

El diseño que actualmente se encuentra en fase de experimentación, consta de 2 torniquetes en cada manga de la camisa y otros 2 en cada pernera del pantalón (fig. 7). De este modo, se facilita el rápido control de la hemorragia, si se produjera, por parte del mismo combatiente herido o ayudado por un compañero, ahorrando un tiempo muy valioso en el tratamiento de las lesiones, probablemente aumentando la supervivencia y disminuyendo las pérdidas por sangrado.

Emergency bandage

La elevación del miembro donde se encuentra la lesión y la realización de un vendaje hemostático compresivo sobre la zona de hemorragia son preferibles a la colocación de un torniquete. Un estudio con 68 pacientes que presentaron amputación traumática debido a minas antipersonal en la guerra de Irak⁷, demostró que la colocación de un vendaje compresivo mejoró la supervivencia de los combatientes heridos y la pérdida sanguínea disminuyó considerablemente, por lo que muy pocos de los pacientes ingresados precisaron de transfusión sanguínea en el hospital de campaña.

El modelo que se presenta se encuentra en dotación en los botiquines de primeros auxilios del U.S. Army y del ejército Israelí (fig. 8). Se recomienda la aplicación de este tipo de vendajes tras realizar la presión directa durante 3 min tras el uso de un agente hemostático.

Las guías del CoTCCC del 2009 recomiendan su empleo tras ejercer la presión durante 3 min después del uso de agentes hemostáticos y como producto inicial para realizar un vendaje compresivo en lesiones de

FIGURA 8. *Emergency bandage*.

combate²⁰, debido a que brinda mayor compresión que otros tipos de vendajes.

AGENTES HEMOSTÁTICOS

Los recientes conflictos militares han renovado el interés en el desarrollo de nuevos y mejores agentes hemostáticos para su uso en operaciones militares. Algunos de estos nuevos agentes se caracterizan por su gran eficacia y por su sencillez en su empleo. Han sido recientemente desplegados por los servicios de sanidad militar de varios ejércitos de la Alianza del Tratado del Atlántico Norte en los teatros de operaciones de Irak y Afganistán.

Entre estos nuevos preparados señalaremos el QuickClot® (QC), el Hemcon® (HC), el Celox® (CX), Wound Stat® (WS) y el Combat Gauze® (CG), como componentes de los botiquines de primera urgencia que portan los combatientes de diferentes ejércitos.

El agente hemostático ideal sería el que reuniera las siguientes características²⁹:

- Barato y de fácil producción.
- De aplicación sencilla con un mínimo entrenamiento.
- Que mantenga sus propiedades en condiciones extremas de temperatura y humedad.
- Seguro y que no presente efectos secundarios derivado de su uso.
- Efectivo frente a hemorragias moderadas y graves.
- Capaz de generar hemostasia durante varias horas para permitir la evacuación segura del herido a formaciones sanitarias donde pudiera recibir tratamiento definitivo.

QuickClot®

Este agente es un compuesto mineral inerte de origen volcánico, denominado zeolita, en una concentración del 1%. Es un mineral de alta porosidad que captura y retiene las moléculas de agua de la sangre que se encuentra en la herida. Los eritrocitos, las plaquetas, los factores de coagulación y proteínas son también atraídas, pero son demasiado grandes para ser retenidos



FIGURA 9. Botiquín individual del U.S. Marine Corps.

por la estructura porosa del mineral. Esto favorece una hemoconcentración y la formación de un coágulo de modo natural. La absorción de las moléculas de agua se produce en 1 o 2 s, liberándose calor mediante una reacción exotérmica que puede provocar quemaduras en el herido³⁰ y en el personal que efectúa la técnica si no la realiza correctamente. Rhee (2008)³¹ constató la eficacia de dicho agente en 103 casos documentados durante la guerra de Irak, a pesar de las posibles lesiones térmicas secundarias. La cantidad de calor que se libera en esta reacción depende del grado de hemodilución que tiene la sangre del paciente, la cantidad de producto empleado y de sangre que se encuentra en la herida cuando se vierte el agente.

Tras diversas mejoras desarrolladas en las primeras generaciones del producto, se ha logrado un nuevo producto (Quick Clot ACS+), que alcanza temperaturas no superiores a 40° C y se presenta el contenido dentro de una malla deformable para su mejor aplicación en el interior de las heridas y posteriormente facilitar su retirada^{29,32}. Las modificaciones realizadas han demostrado, en estudios con animales, reducir la mortalidad a un 25%, frente a un 87,5% del producto inicial.

Sus principales indicaciones de uso son:

- El control de la hemorragia en operaciones de combate cuando los métodos usuales de tratamiento han fracasado.
- El tratamiento prehospitalario de hemorragias externas de carácter moderado o grave.

No se debe utilizar en cavidades corporales y, debido a sus características exotérmicas, puede ocasionar quemaduras por un uso inapropiado, riesgo perfectamente asumible en situaciones de extrema gravedad, como aquí se tratan. No obstante, previo a su uso, habrá que aspirar todo líquido que encontremos en la herida o efectuar compresión directa, al mismo tiempo que va-

ciamos el contenido del sobre en la cavidad de la herida sangrante, para así evitar la aparición de posibles quemaduras.

En hemorragias secundarias a heridas torácicas y abdominales el mejor tratamiento es evacuar lo más rápidamente posible a una formación sanitaria superior con capacidad quirúrgica, efectuando una resucitación adecuada y temprana.

Actualmente el Cuerpo de Marines de Estados Unidos cuenta con dicho producto como elemento integrante de su *kit* de primeros auxilios (fig. 9).

HemCon®

Los apósitos de HC están compuestos por quitosan liofilizado, un derivado natural que se extrae de la concha de los crustáceos, que posee propiedades hemostáticas. Cuando el apósito de HC entra en contacto con la sangre, se vuelve extremadamente pegajoso y se adhiere a la herida, sellándola con eficacia. Mejora la función plaquetaria, favoreciendo la formación del coágulo, y es capaz de controlar incluso hemorragias moderadas y graves.

El apósito HC (fig. 10) es seguro, duradero y muy eficaz, y no contiene proteínas humanas o factores de coagulación, lo que reduce al máximo la aparición de reacciones alérgicas o la posibilidad de contagio de enfermedades.

Disponible en apósitos de 2 tamaños (5 × 5 cm y 10 × 10 cm) en sobres aluminizados y su precio es de 100 \$ por unidad. El producto con el envoltorio intacto se mantiene durante 2 años en condiciones de almacenaje normales.

Entre sus características destacamos:

- No provoca reacciones exotérmicas, por lo que no existe riesgo de quemaduras como en el QC.
- Se retira fácilmente, ya sea con agua o solución salina a chorro directamente sobre la herida. Se puede emplear en una gran variedad de heridas.



FIGURA 10. Apósitos de HemCon®.

- En heridas pequeñas, el apósito se puede cortar en trozos más pequeños y aplicarlos sobre ellas.
- Puede ser utilizado con éxito para tratar a pacientes en tratamiento anticoagulante.

HC ha sobrevivido al calor y el castigo de Irak y Afganistán, y ha demostrado con eficacia sus propiedades hemostáticas en el campo de batalla, sin que se hayan observado efectos adversos tras su empleo en ninguno de los heridos tratados

Pusateri et al (2003)³³ estudiaron con excelentes resultados la eficacia del HC en modelos animales. Wedmore et al (2006)³⁴, en una revisión de 64 casos en los que se empleó dicho agente, constataron una eficacia del 96% (62 casos) para detener la hemorragia y disminuir significativamente el sangrado. Únicamente se documentaron 2 casos donde el HC no pudo detener el sangrado debido a que las 2 bajas sobre las que se aplicó tenían grandes lesiones profundas e irregulares y se efectuó una aplicación incorrecta de los apósitos de HC. El personal sanitario constató la eficacia en un 45% de las aplicaciones (29 casos), donde el torniquete no se podía aplicar.

Celox®

CX posee un mecanismo de acción similar al de otros agentes hemostáticos ya mencionados. Su presentación es granular y está disponible en sobres de 15 y 35 g, con un precio por unidad de 15 y 24 \$, respectivamente.

A diferencia de otros agentes hemostáticos, CX coagula la sangre en condiciones de hipotermia (temperaturas del paciente entre 37,5 y 18,5 °C) e incluso en pacientes con tratamiento anticoagulante (heparina o warfarina). Esto se debe a que actúa de forma independiente de los factores de coagulación del paciente. Además, no provoca reacciones exotérmicas, con lo que el riesgo de generar lesiones por calor en el herido es nulo, ofreciendo a su vez gran seguridad a la hora de hacer uso de éste sobre diversos tipos de heridas en distintas localizaciones como cabeza, cuello, tórax y abdomen.

Russell et al (2008)³⁵ describen los 2 primeros casos documentados de su empleo en una sala quirúrgica con excelentes resultados.

Kheirabadi et al (2009)³⁶, en un estudio sobre modelos de lesión arterial en animales, referenciaron una eficacia en la hemostasia inicial de un 70% (7/10) manteniéndola en 6 de los animales. El CX se situó como uno de los mejores agentes hemostáticos junto con el WS basándose en 3 factores: menor pérdida de sangre, mayor tiempo de hemostasia y mayor tiempo de supervivencia. Otro dato a tener en cuenta es que la retirada del producto de la herida se efectuó de modo más sencillo que del resto de agentes empleados en la comparativa y que se mencionan en ese artículo.

CX se puede utilizar inmediatamente de una forma rápida, segura y sencilla para el tratamiento de la he-

morragia moderada o grave. El modo de uso consiste en verter el contenido del envase en el interior de la herida sangrante y, posteriormente, ejercer presión directa sobre ésta, al menos durante 3 min. Su fácil manejo con un mínimo entrenamiento, su precio no excesivamente costoso, sus reducidas dimensiones y la eficacia demostrada en el tratamiento de hemorragias graves, lo coloca en una posición aventajada respecto de los anteriores agentes hemostáticos descritos hasta el momento para su empleo en operaciones de combate y en el ámbito de la emergencia prehospitalaria.

Wound Stat®

Este agente hemostático recibió la aprobación de la FDA en agosto de 2007, para su distribución como un agente hemostático para el tratamiento de emergencia de heridas externas con un moderado o severo sangrado.

Es un producto granular compuesto por un mineral de origen arcilloso (esmetita). Cuando se aplica sobre la herida, los gránulos absorben el agua hinchándose y formando un material altamente viscoso que se adhiere fuertemente a los tejidos y que, a su vez, aglutina los factores de coagulación favoreciendo la formación del coágulo. Su tiempo de almacenaje es de alrededor de 3 años. Se comercializa en sobres aluminizados de 150 g con un precio aproximado de 40 \$.

En estudios comparativos con el resto de agentes mencionados es significativamente superior en cuanto a la supervivencia, provoca menor pérdida sanguínea y una mayor duración de la hemostasia³⁶⁻³⁸. No presenta reacción exotérmica y es el único que ha demostrado una supervivencia del 100% en los modelos animales aplicados. No obstante, recientemente se han observado complicaciones en su uso, por lo que se ha suspendido el suministro a las fuerzas armadas norteamericanas, hasta la finalización de los estudios que se iniciaron a principios de este año.

Combat Gauze®

Es el más reciente de los agentes hemostáticos fabricado por Z-Medica Corporation para el tratamiento de la hemorragia externa en combate (fig. 11). Consiste en una venda impregnada en kaolín, arcillas ricas en un mineral llamado caolinita, con propiedades absorbentes, que al igual que los otros agentes, provoca una aglutinación de los factores de coagulación, plaquetas y hematíes favoreciendo la formación de un coágulo estable en gran variedad de heridas.

La función hemostática del CG depende de la capacidad de coagulación del paciente, siendo menos efectivo en pacientes con sangrados por coagulopatía. Aunque la aplicación del CG puede no detener el sangrado de modo inmediato, ha demostrado reducir la pérdida hemática y la necesidad de posteriores transfusiones sanguíneas, en los escalones sanitarios con capacidad



FIGURA 11. Combat Gauze®

quirúrgica, con las repercusiones logísticas que ello conlleva en campaña.

Kheirabadi et al (2009)²⁰, la NMRC³⁹ y CoTCCC⁴⁰ recomiendan el uso del CG como el agente hemostático de primera línea para el tratamiento de la hemorragia externa en la que no es viable la colocación de un torniquete. El CG ha demostrado ser más eficaz que el resto de los agentes descritos anteriormente por la alta supervivencia que ha generado (80%).

Otras características que presenta refuerzan su posición aventajada: coste aceptable (23,50 \$), no tóxico, no presenta reacción exotérmica, su principio activo (kaolín) y el material del que está confeccionado (vendaje constituido por un 50% de rayón y un 50% de poliéster) le confieren la ventaja de poder tratar heridas anfractuadas y cubrir varios puntos de sangrado mejor que otros agentes hemostáticos. La fácil aplicación y la familiaridad con el material de gasa por el personal sanitario le convierten en el producto idóneo para ser empleado en campaña.

Actualmente, forma parte de la dotación del IFAK y del *combat medical equipment carrier*⁴¹ y se recomienda como agente hemostático en la última Guidelines of Tactical Combat Casualty Care elaborada en febrero de 2009.

El procedimiento de empleo es⁴²:

1. Retire equipo y ropa, exponiendo la herida.
2. Si es posible, retire el exceso de sangre de la herida conservando únicamente los coágulos que puedan haberse formado.
3. Localice inmediatamente el punto activo de sangrado.
4. Retire el CG de su envoltorio e introdúzcalo directamente en el interior de la lesión sobre el punto activo de sangrado. Es posible que pueda precisar de más de 1 venda de CG para realizar un control efectivo de la hemorragia.

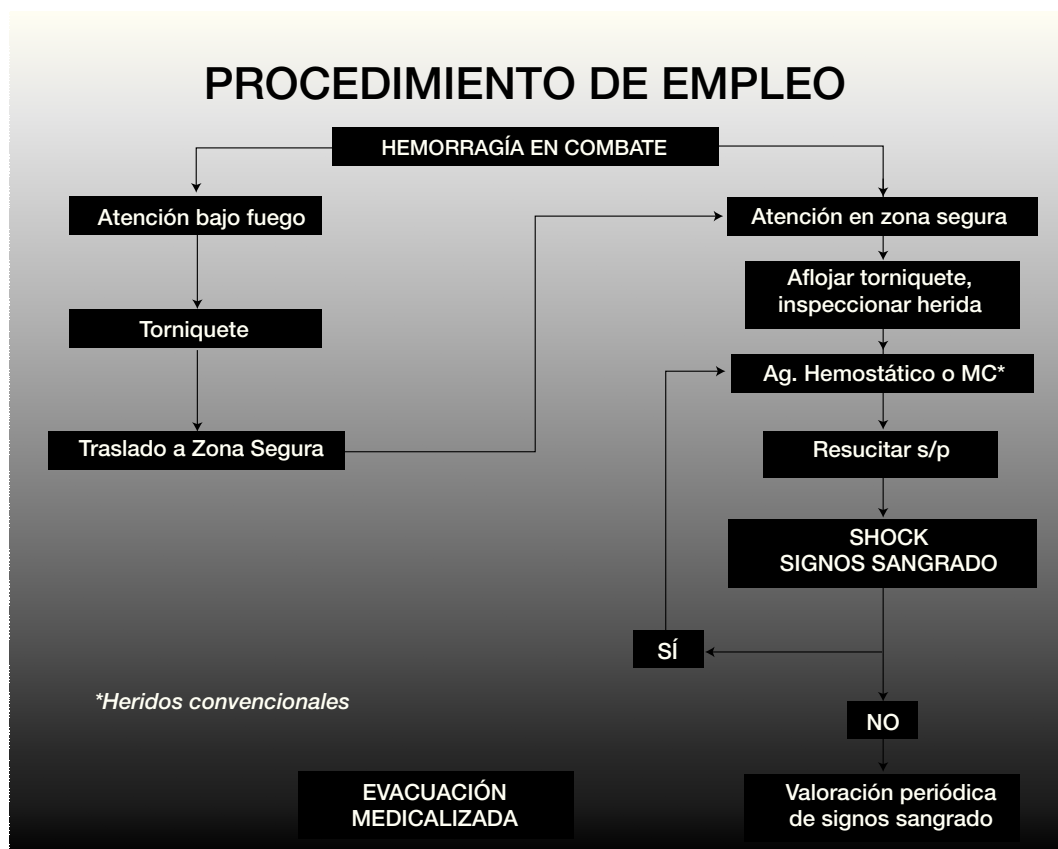


FIGURA 12. Protocolo de actuación en ambiente hostil o táctico.

5. El CG se debe introducir dentro de la herida (rellenando el espacio de cavitación de ésta) en íntimo contacto con el punto de sangrado.
6. Una vez colocado, aplicar presión directa durante al menos 3 min.
7. Asegure el CG mediante un vendaje compresivo, se recomienda el uso del *emergency bandage* (fig. 8).

CONCLUSIONES

El mejor método para controlar la pérdida de sangre dependerá de múltiples factores como el estado del combatiente, la gravedad de la hemorragia, la proximidad a un escalón sanitario con capacidad quirúrgica, el número de bajas que se han producido en ese momento, la situación táctica, la disponibilidad de recursos humanos y de transporte, así como de la formación e instrucción en materia de primeros auxilios de todo combatiente, que es el que va a brindar la primera asistencia en combate.

- Con la experiencia obtenida en diversas zonas de operaciones por el personal sanitario así como por diversas instituciones de reconocido prestigio, como el CoTCCC, se está recuperando el uso del torniquete como elemento de tratamiento de primera elección para el control de la hemorragia externa moderada o severa en diversos escenarios tácticos. En la figura 12 se desarrolla un esquema de actuación para el tratamiento de la hemorragia externa en un ambiente táctico, este mismo procedimiento de actuación es extrapolable a situaciones hostiles en el medio civil.
- La incidencia de las temidas complicaciones en el manejo de este tipo de dispositivos (torniquetes) disminuye si cuando se toma la decisión de su aplicación tenemos en cuenta las indicaciones, tanto tácticas como clínicas, que aconsejan su empleo. Disponemos, además, de unos elementos de tratamiento complementarios, como los agentes hemostáticos, que nos van a permitir solventar de modo exitoso hemorragias externas que no pueden ser cohibidas mediante el empleo del torniquete. Todo ello, sumado a la mejora de los medios de evacuación, a la disponibilidad de equipos de cirugía avanzados y a las últimas mejoras en los bancos de sangre de campaña, contribuirá de manera significativa a reducir la morbilidad de nuestros combatientes en futuras zonas de conflicto.
- Es recomendable que tanto los ejércitos como los sistemas de emergencia civiles revisen sus procedimientos de actuación ante situaciones de bajas múltiples, elaboren programas de formación e instrucción y valoren como una opción extremadamente aconsejable, la inclusión de este tipo de dispositivos y productos en sus dotaciones, con el fin de conseguir una estabilización más rápida de la hemorragia externa en determinadas situaciones hostiles o en incidentes de múltiples víctimas.

- Es importante destinar parte del tiempo empleado en la instrucción del combatiente a la enseñanza del correcto manejo del torniquete, con ello no sólo contribuiremos a disminuir la mortalidad sino también la aparición de complicaciones derivadas de su mala aplicación. Programas de formación como el Tactical Combat Casualty Care Course permiten, en pocos días, familiarizarse con este tipo de dispositivos y agentes hemostáticos, ofreciendo al alumno unas guías de actuación claras, sencillas y precisas en diversas situaciones tácticas.
- Los organismos competentes en la materia han de potenciar programas y líneas de investigación de nuevos materiales que permitan mejorar o perfeccionar los dispositivos y agentes hemostáticos actuales o desarrollar otros nuevos, minimizando así las complicaciones derivadas de su empleo y adecuarlos lo máximo posible a las condiciones peculiares del medio táctico.

AGRADECIMIENTOS

Al Comandante Médico D. Alberto Hernández Abadía Díaz de Barbará, al Comandante Médico D. Félix Maimir Jané y el Capitán Enfermero D. Luis Orbañanos Peiró por la revisión de los textos y por su inestimable ayuda en la publicación de este artículo.

Bibliografía

1. Bellamy RF. Combat trauma overview. En: Zajthuck R, Grande CM, editors. Textbook of Military Medicine. Vol. 4. Anesthesia and Perioperative. Care of combat casualty. Washington, DC: TMM Publication; 1995. p. 1-42.
2. Parker PJ, Clasper J Jr. The military tourniquet. Army Medical Corps. 2007;153:10-5.
3. Bellamy RF. The cause of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. Military Medicine. 1998;149:55-62.
4. Navein J, Coupland R, Dunn R. The tourniquet controversy. The Journal of Trauma. 2003;54 5 Suppl:S219-20.
5. Husum H et al. Prehospital tourniquets: there should be no controversy. The Journal of Trauma. 2004;56:214-5.
6. Pillgram-Larsen J. Compression bandage, not tourniquet: experience in 68 patients with traumatic amputation after mines injuries. RTO HFM Symposium on "Combat Casualty Care in Ground Based Tactical Situations: Trauma Technology and Emergency Medical Procedures". St. Pete Beach, USA. 16-18 August 2004. Published in RTO-MP-HFM-109.
7. Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, Herbert GS, Kauvar DS, Baer DG, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. The Journal of Trauma. 2008;64 2 Suppl:S28-37.
8. Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, Lin G, Bssorai R, Lynn M, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. The Journal of Trauma. 2003;54 5 Suppl:S221-5.
9. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, et al. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. The Journal of Trauma. 2000;49:515-28; discussion 28-9.
10. Walters TJ, Mabry RL. Issues related to the use of tourniquets on the battlefield. Mil Med. 2005;170:770-7.

11. Burris DG, Fitzharris JB, Holcomb JB, et al, editors. Emergency war surgery. 3rd ed. Washington DC: United States Department of Defense; 2004.
12. Battlefield Casualty Drills Trainers Manual. (BCDT MATT-3). 1st ed. Ministry of Defense UK; 2007.
13. Cloonan, Clifford C. Treating traumatic bleeding in a combat setting. *Mil Med*. 2004;169:8-10.
14. Lior D, Chjainb Z, Shañom S, Doron N. Complications associated with prolonged tourniquet application on the battlefield. *Military Medicine*. 2008.
15. Crenshaw A. Surgical techniques and approaches. En: Canale S, Jones L, editors. 9th ed. St. Louis: Mosby; 1998. p. 29-142.
16. Seybold EA, Busconi BD. Anterior thigh compartment syndrome following prolonged tourniquet application and lateral positioning. *Am J Orthop*. 1996;25:493-6.
17. Sthephen L. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World Journal of Emergency Surgery*. 2007;2:28.
18. Graviely O, Nave T, Sivan A, Shabtai-Musih Y, Gavriely N. Auto transfusion and blood pressure elevation by elastic leg compression in normal subjects. Haifa, Israel: Faculty of Medicine, Technion-Israel Institute of Technology; 2001.
19. Brodie S, Hodgetts TJ, Ollerton J, McLeod J, Lambert P, Mahoney P. Tourniquet use in combat trauma: UK military experience. *J R Army Med Corps*. 2007;153:310-3.
20. Kheirabadi BS, et al. Determination of efficacy of new hemostatic dressings in a model of extremity arterial haemorrhage in swine. *Journal of Trauma*. 2009;67:450-60.
21. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *The Journal of Trauma*. 2008;64 2 Suppl:S38-49; discussion S49-50.
22. Ruterbusch VL, Swiergosz MJ, Montgomery LD, Hopper KW, Gerth WA. ONR/MARCORSYSCOM evaluation of self-applied tourniquets for combat applications. Navy Experimental Diving Unit. NEDU TR 05-15. November 2005.
23. Boiko M, Roffman M. Evaluation of a novel tourniquet device for bloodless surgery of the hand. *Journal of Hand Surgery*. 2004;29:185-7.
24. A-TT TM Training Material. OHK MEDICAL DEVICES [consultado 4-6-200]. Disponible en: <http://www.ohkmed.com>
25. Mc Manus JG, Wedmore I. Modern hemostatic agents for hemorrhage control —a review and discussion of use in current combat operations. *Military Medicine*. 2005;170:63.
26. King RB, Filips D, Blitz S, Logsetty S. Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian forces. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 2006;60:1061-71.
27. Mc Ewen JA, Inkpen K. Surgical tourniquet technology adapted for military and prehospital use. RTO HFM Symposium on "Combat Casualty Care in Ground Based Tactical Situations: Trauma Technology and Emergency Medical Procedures". St. Pete Beach, USA. 16-18 August 2004. Published in RTO-MP-HFM-109.
28. Calkins MD. Evaluation of possible battlefield tourniquet systems for the far-forward setting. *Military Medicine*. 2000;165:379-84.
29. Arnaud F, Tomori T, Carr W, McKeague A, Teranishi K, Prusaczyk K, et al. Exothermic reaction in zeolite hemostatic dressings: QuikClot ACS and ACS+. *Annals of Biomedical Engineering*. 2008;36:1708-13.
30. Wright JK, Kalns J, Wolf EA, Traweek F, Schwarz S, Loeffler CK, et al. Thermal injury resulting from application of a granular mineral hemostatic agent. *The Journal of Trauma*. 2004;57:224-30.
31. Rhee P, Brown C, Martin M, Salim A, Plurad D, Green D, et al. QuikClot use in trauma for hemorrhage control: case series of 103 documented uses. *The Journal of Trauma*. 2008;64:1093-9.
32. Arnaud F, et al. Comparative efficacy of granular and bagged formulations of the hemostatic agent QuikClot.. *The Journal of Trauma*. 2007;63:775-82.
33. Pusateri AE, McCarthy SJ, Gregory KW, et al. Effect of a chitosan based hemostatic dressing on blood loss and survival in a model of severe venous hemorrhage and hepatic injury in swine. *Journal of Trauma*. 2003;54:177-82.
34. Wedmore I, et al. A special report on the Chitosan based hemostatic dressing: experience in current combat operations. *Journal of Trauma*. 2006;60:655-8.
35. Millner RWJ, Lockhart AS, Bird H, Alexiou C. A New hemostatic agent: Initial Life-Saving Experience With Celox (Chitosan) in cardiothoracic surgery. *Annals of Thoracic Surgery*. 2009;87:e13-4.
36. Kheirabadi BS, et al. Comparison of new hemostatic granules/powders with currently deployed hemostatic products in a lethal model of extremity arterial hemorrhage in swine. *Journal of Trauma*. 2009;66:316-28.
37. Ward K, et al. Comparison of a new hemostatic agent to current combat hemostatic agents in a swine model of lethal extremity arterial hemorrhage. *The Journal of Trauma*. 2008;63:276-84.
38. Carraway J, et al. Comparison of a new mineral based hemostatic agent to a commercially available granular zeolite agent for hemostasis in a swine model of lethal extremity arterial hemorrhage. *Resuscitation*. 2008;78:230-5.
39. Disponible en: http://www.medicalsci.com/files/tccc_guidelines_-_changes_april_2008_frank_butler.pdf [consultado 13-10-2009].
40. Disponible en: <https://www.riteintherain.com/images/pdf%20files%20CTCCCG.pdf> [consultado 15-10-2009].
41. Disponible en: http://www.narescue.com/pdf/Product_Info/USCG_IFAK_PI_0809.pdf [consultado 15-10-2009].
42. Disponible en: <https://www.naemt.org/Education/w%20090211%20Skill%20Sheet%206%20Combat%20Gauze.pdf> [consultado 15-10-2009].