



VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA



**Escuela de Enfermería de Zamora**

Titulación: Grado en Enfermería

*Trabajo Fin de Grado*

# CONTROL DE LAS HEMORRAGIAS EXTERNAS GRAVES. TORNIQUETES Y AGENTES HEMOSTÁTICOS.

Estudiante: Estefanía Moldón Ballesteros

Tutor/a: María José Feroso Palmero

Fecha: 1 de Junio de 2016



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

E.U. DE ENFERMERÍA DE ZAMORA

Avda. de Requejo nº 21 - 49012 - Zamora  
Tel. (34) 980 519 462 Fax. (34) 980 557 041



La profesora María José Feroso Palmero en su calidad de tutora, considera que el Trabajo Fin de Grado titulado “Control de las hemorragias externas graves. Torniquetes y agentes hemostáticos” realizado por Estefanía Moldón Ballesteros cumple los requisitos para proceder a su presentación ante la Comisión Evaluadora.

Zamora, a 25 de mayo de 2016

Fdo.: María José Feroso Palmero

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Declaro que he redactado el trabajo “Control de las hemorragias externas graves. Torniquetes y agentes hemostáticos” para la asignatura “Trabajo Fin de Grado” en el segundo cuatrimestre del curso académico 2015-2016 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En Zamora, a 1 de Junio de 2016

Fdo.: Estefanía Moldón Ballesteros

## ÍNDICE

Resumen.....	4
Palabras clave.....	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	7
Material y método.....	8
Resultados.....	10
Discusión y conclusiones.....	22
Bibliografía.....	24
Anexos.....	29

## **RESUMEN**

Introducción: Las hemorragias externas son unas de las principales causas de muerte actualmente, cobrando especial importancia dentro del contexto del paciente politraumatizado y el entorno militar. Recientemente, se han llevado a cabo grandes avances para su control, especialmente relacionados con la mejora de los torniquetes y la aparición de los agentes hemostáticos. Por ello, es vital aunar los conocimientos existentes en este campo y formar a los profesionales sanitarios para aumentar la supervivencia.

Material y método: Se ha realizado una revisión bibliográfica con metodología sistemática en las principales bases de datos científicas. Para verificar la validez de los textos seleccionados se aplicaron los programas de lectura crítica CASPe y AGREE. También se han empleado libros y otros manuales en formato papel y artículos en formato electrónico.

Resultados: Las nuevas guías de la AHA y la ERC recomiendan para el control de la hemorragia externa la presión directa sobre la lesión, desechando las antiguas prácticas de presión proximal o elevación de la extremidad. Numerosos estudios relacionados con el uso torniquetes y agentes hemostáticos han demostrado su eficacia para controlar la hemorragia externa, siendo recomendado su uso también por estas guías.

Discusión y conclusiones: Aunque la eficacia de estos nuevos dispositivos ha sido probada, la efectividad de estos aumenta cuando el personal que hace uso de ellos ha sido instruido en su manejo, por lo que es vital fomentar programas de formación dentro de este sector. Al tratarse de un campo relativamente nuevo, es prudente que se siga investigando sobre él.

Palabras clave: hemorragia externa, apósitos hemostáticos, torniquetes, cuidados de enfermería.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la muerte por politraumatismo sigue siendo una de las principales causas de muerte globales en personas que se encuentran en las primeras cuatro décadas de vida<sup>1</sup>, siendo las lesiones del sistema nervioso central y las hemorragias masivas sus principales contribuyentes<sup>2</sup>. Además, las hemorragias graves pueden exacerbar las lesiones del sistema nerviosos central e insuficiencias multiorgánicas derivadas de estos traumatismos, empeorando los pronósticos de estos pacientes<sup>3</sup>.

Las hemorragias masivas cobran una vital importancia en el entorno militar, ya que suponen la primera causa de muerte en el campo de batalla<sup>4</sup>. De esta forma, se estima que un 24% de las muertes prehospitalarias podrían haber sido evitables, atribuyéndose el 90.9% de estas a hemorragias masivas. Las zonas en las que mayoritariamente se producen las lesiones letales son las siguientes: tronco en el 67% de los casos, zonas de unión entre estructuras (tales como axilas, ingles o cuello) en el 19% de los casos y extremidades en el 14% de los casos. Además, cuando los tiempos de evacuación son prolongados y nos encontramos en territorios hostiles y con pocos recursos, el control temprano de la hemorragia se convierte en un asunto vital<sup>5</sup>.

Aunque hoy en día se producen menos conflictos bélicos que antiguamente, la destructividad de las nuevas armas empleadas es mucho mayor y las lesiones que provocan más graves<sup>6</sup>. Tal es la importancia que se le atribuye al control y manejo de la hemorragia, que los avances en su tratamiento dentro del soporte vital anteponen la C (circulation) al ya conocido (ABC). De esta forma, en el Battlefield Advanced Trauma Life Support y las Guías de Comité of Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC) anteponen el CAB frente al ABC del Prehospital Trauma Life Support. Esto supondría priorizar el control de la hemorragia externa frente a la administración de oxigenoterapia y la perfusión de líquidos, más aun cuando las condiciones de seguridad puedan ralentizar la evacuación del paciente<sup>7</sup>.

Una pérdida masiva de sangre reduce el volumen sanguíneo en la circulación, produciendo una obstrucción de la microcirculación corporal y produciendo la hipoxia del cerebro y otros órganos<sup>6</sup>. Si una situación de hemorragia masiva no es controlada sin una intervención efectiva, pueden aparecer complicaciones como la acidosis, hipotermia y coagulopatía, denominadas como la “Triada Mortal” por sus

graves consecuencias que actúan retroalimentándose positivamente y que si no son prevenidas adecuadamente producen que su tratamiento sea un reto y pueden llevar a la muerte del paciente<sup>8</sup>.

Como novedad de este último año 2015 en lo que a intervenciones en las hemorragias se refiere las Guías de la ERC (European Resuscitation Council) y la AHA (American Heart Association) hacen referencia de forma destacable al uso de apósitos hemostáticos.

En la última década los avances en biotecnología han generado un aumento exponencial de la aparición de nuevos agentes hemostáticos tópicos que ayudan a controlar las hemorragias. Se trata de agentes que actúan dependiendo del tipo de sangrado, mecanismo específico de acción, interacción con el entorno y anomalías de coagulación del paciente. Al tratarse de agentes relativamente nuevos, generan gran controversia al no conocerse de forma certera sus efectos secundarios y eficacia, por lo que en muchos casos su exposición se está realizando de forma gradual<sup>6</sup>. Además, los datos sobre estos productos se basa principalmente en informes militares y existe muy poca información disponible sobre su uso en un contexto civil<sup>9</sup>. Por ello, es fundamental un entendimiento completo de estos agentes que brinde las bases para seleccionar el agente adecuado dependiendo de la situación a la que nos enfrentemos.

En este marco de atención inicial integral del paciente se vuelve primordial el papel enfermero, donde estos profesionales deben prestar cuidados precoces y oportunos, para así poder aumentar la calidad asistencial y el grado de éxito, disminuyendo la morbi-mortalidad. Por lo tanto, el profesional de enfermería debe estar altamente capacitado en el manejo de pacientes que padecen un trauma grave y una hemorragia masiva, siendo su actuación imprescindible y fundamental dentro de los Equipos de Emergencias Prehospitalarios<sup>10</sup>.

Aunque dentro de las Fuerzas Armadas el papel de la enfermería es vital, hoy en día la especialidad de Enfermería en Urgencias y Emergencias es una asignatura pendiente y son muchos los profesionales que defienden su creación. Aun así, debemos tener en cuenta que todo profesional de enfermería debería conocer las pautas de actuación ante un paciente en estas situaciones. De hecho, se trata de una competencia específica de enfermería que viene regulada en la orden CIN/2134/2008

del 3 de julio y que cita textualmente: “la enfermería debe reconocer las situaciones de riesgo vital y saber ejecutar maniobras de soporte vital básico y avanzado”<sup>11</sup>.

No debemos olvidarnos de que durante la última década ha aumentado el conocimiento sobre las técnicas de control de las hemorragias extrahospitalarias gracias en gran parte al avance de la medicina militar. Si bien son de destacar los esfuerzos que se han realizado durante los últimos años para reducir la mortalidad y mejorar su manejo, es patente que se debe continuar trabajando en las medidas de prevención y control de los factores de riesgo y en el manejo de sus cuidados. Además, es vital aunar lo conocimientos emergentes sobre nuevos agentes hemostáticos y técnicas de control de la hemorragia para así aumentar la supervivencia de los heridos<sup>7</sup>.

## **OBJETIVOS**

Los objetivos establecidos para la realización de este trabajo son los siguientes:

- Objetivo general
  - Revisar la bibliografía actual sobre el tratamiento de las hemorragias graves externas y plantear un modelo de actuación que sirva de base ante este tipo de incidencias.
  
- Objetivos específicos
  - Identificar los diferentes dispositivos (torniquetes) empleados para el control de las hemorragias y describir su funcionamiento y situaciones de uso.
  - Recabar información sobre los diferentes agentes hemostáticos, su mecanismo de acción, eficacia y aplicabilidad.
  - Valorar la importancia del papel de enfermería en la educación de la población para atender este tipo de situaciones.



## **MATERIAL Y MÉTODO**

- **Diseño:**

Para la realización de este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica con metodología sistemática sobre los diferentes métodos de control de las hemorragias graves externas y el uso de apósitos hemostáticos.

La búsqueda se llevó a cabo en las principales bases de datos científicas: PubMed, Biblioteca Cochrane plus, Cuiden y UpToDate.

Para verificar la validez, relevancia y calidad metodológica de los estudios seleccionados, se aplicaron los programas de lectura crítica CASPe<sup>12</sup> y AGREE<sup>13</sup>.

También se ha recurrido a libros y otros manuales en formato papel y artículos en formato electrónico, asegurándose de que todos ellos poseen evidencia científica.

- **Criterios de inclusión y de exclusión**

Los estudios que se han revisado incluyen guías de práctica clínica, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos, estudios primarios y artículos originales, habiendo sido realizado el seguimiento tanto en inglés como en español y limitando la búsqueda desde el año 2010 a la actualidad. La búsqueda se comenzó el 17 de marzo del 2016 y se finalizó el 21 de mayo del 2016.

Se seleccionaron aquellos estudios que, una vez realizada la búsqueda, a partir de su título y resumen parecían cumplir con los criterios establecidos y ser aplicables a nuestra revisión. Una vez realizada la lectura del texto completo, se valoró su inclusión definitiva.

Para realizar la valoración de la calidad metodológica se siguieron las recomendaciones de CASPe (Critical Appraisal Skills Programme) en las Revisiones Sistemáticas y en los metanálisis y AGREE (Appraisal of Guidelines Research and Evaluation) en las Guías de Práctica Clínica. De esta forma, se seleccionaron aquellos estudios que tuviesen una puntuación igual o mayor a 5 en la escala de CASPe y las Guías de Práctica Clínica que superasen el 50% en el documento AGREE.

Se excluyeron aquellos trabajos que no cumplieron con los criterios de selección establecidos ya citados y los que estaban relacionados con el control de hemorragias

internas o quemaduras, considerando únicamente aquellos que trataban el control de hemorragias graves externas en pacientes adultos en el medio extrahospitalario. También se excluyeron aquellos trabajos que no trataran sobre el uso y aplicabilidad de apósitos hemostáticos cuyo fin no fuera la detección de hemorragias externas abundantes.

- Estrategia de búsqueda

Los términos utilizados para realizar la pregunta de investigación durante la búsqueda se recogen en la siguiente tabla según el formato PICO y con sus correspondientes DeCS y MeSH:

Tabla 1: Estrategia de búsqueda

Pregunta PICO	Palabra “natural”	DESC	MeSH
Pacientes	Pacientes/adultos mayores de 18 años con Hemorragia externa	Adultos  Hemorragia (traumática)	Adults  (traumatic) Hemorrhage
Intervención	Cuidados de enfermería  Apósitos hemostáticos	Atención de enfermería  Apósitos hemostáticos	Nursing care  Hemostatic dressing
Resultados	Eficacia	Eficacia	Efficacy

La tabla que corresponde al anexo 1 recoge de forma esquematizada la estrategia de búsqueda en las bases de datos empleadas. Para ello se especifica la fecha en la que se realizó la búsqueda, la base de datos utilizada y la combinación de buscadores DECS y MESH empleada. Además, se especifican los resultados obtenidos y los estudios que se han seleccionado como válidos después de haber leído el resumen.

En la tabla correspondiente al anexo 2 se recogen los datos básicos de los trabajos seleccionados en la búsqueda y su puntuación obtenida después de realizar la lectura crítica de estos trabajos.

En el organigrama correspondiente al anexo 3 se detalla el proceso de búsqueda de forma esquematizada.

## **RESULTADOS**

Como se ha citado anteriormente, las hemorragias externas son unas de las principales causas de muerte prevenibles tanto en el entorno civil como militar<sup>9</sup>. El mayor número de estas hemorragias se producen en las extremidades, ya que son las partes del cuerpo más expuestas y por donde pasan las arterias de forma más superficial<sup>14</sup>.

Además de poder observar la hemorragia externa de forma visual, existen una serie de síntomas que indican su presencia: confusión o pérdida de la lucidez mental, piel fría y humedecida, vértigo o mareo, descenso de la presión arterial, palidez, aumento de la frecuencia cardíaca, debilidad...

Hasta la actualidad se recomendaban tres métodos, realizados de forma escalonada, para controlar y detener la hemorragia externa: compresión directa, compresión proximal y el torniquete. Otro de los métodos empleados era la elevación de la extremidad en la que se localizaba la hemorragia. A pesar de ello, la actualización la Guía de Recomendaciones de la European Resuscitation Council (ERC) del 2015 específica que no debe realizarse el control de la hemorragia externa grave mediante presión proximal o elevación de la extremidad. Para realizarlo recomienda el uso de presión directa sobre la lesión o, si fuera necesario, un torniquete. Además, tanto la ERC como la American Heart Association (AHA) contemplan en sus guías el uso de agentes hemostáticos para el control de las hemorragias<sup>15-16</sup>.

La compresión directa consiste en efectuar una presión en el punto de sangrado. Para realizar esta presión, se empleará, a ser posible, un apósito (pudiendo ser gasa, pañuelo) lo más limpio posible. Se efectuará la presión durante al menos 10 minutos, aliviando después la presión sin retirar el apósito para comprobar el estado de la hemorragia. Este método no se puede utilizar en el caso de que la hemorragia produzca una fractura abierta de un hueso o existan cuerpos enclavados<sup>9</sup>. Se podrán

emplear los apósitos hemostáticos junto con la presión directa para el control de la hemorragia externa<sup>15</sup>.

En el anexo 4 se recoge un algoritmo de actuación para el control de la hemorragia de la American College of Surgeons Committee on Trauma guideline<sup>30</sup>.

A continuación se tratará de forma más específica el uso de los torniquetes y los apósitos hemostáticos en el control de la hemorragia externa.

- **Torniquetes**

Los torniquetes han sido empleados durante los últimos dos milenios<sup>17</sup>, pero su uso sigue generando controversia hoy en día. Si repasamos la bibliografía, observamos que su aplicación suscita un amplio debate entre sus defensores, que apelan al número de vidas que salvan, y sus refractores, que aseguran que las complicaciones que generan son mayores que sus ventajas<sup>18</sup>.

La aplicación de los torniquetes no es aconsejada como primera técnica a emplear para controlar la hemorragia grave externa por los actuales protocolos de asistencia civiles debido, entre otras razones, a las complicaciones derivadas de la compresión de los tejidos que se encuentran por debajo él y a las complicaciones metabólicas que surgen después de un tiempo de isquemia prolongada. Además, se debe tener en cuenta que en el entorno civil el tiempo que se emplea en derivar al paciente a un servicio de urgencias hospitalarias es breve, por lo que la hemorragia suele ser controlada antes de que provoque la muerte del paciente<sup>7</sup>.

La European Resuscitation Council (ERC) recomienda el uso del torniquete cuando la hemorragia externa grave no pueda ser controlada mediante presión directa de la herida u otros métodos. A su vez, destaca la importancia de la formación de las personas que lo apliquen para asegurar su eficacia y seguridad<sup>15</sup>.

En lo que al entorno militar se refiere, la dilatación de los tiempos de evacuación, la dificultad de proporcionar una atención adecuada y el gran número de bajas que se generan, los convierte en una herramienta frecuente y útil, aunque no exenta de riesgos<sup>7</sup>.

Se han realizado diversos estudios en el entorno militar que demuestran la efectividad de estos dispositivos. Un estudio realizado por Krag et al<sup>19</sup> en 2009 en un

hospital de soporte de Iraq analizó 428 torniquetes que fueron colocados en 309 miembros dañados. El uso de estos dispositivos antes de que los pacientes entraran en shock se asoció con un 90% de supervivencia y un 10% de supervivencia cuando los pacientes ya habían entrado en shock. Posteriormente, este estudio se llevó a cabo durante otros 6 meses y los resultados fueron aún más significativos<sup>20</sup>. En este caso se analizaron 862 torniquetes aplicados en 651 extremidades. La supervivencia fue de un 96% en los pacientes en los que se emplearon antes de que entraran en shock y de un 4% cuando los pacientes ya se encontraban en él.

Otro estudio realizado en 2004 durante la Guerra de Irak por la sanidad militar del ejército de Estados Unidos<sup>7</sup> en el que se empleó el torniquete en 67 pacientes heridos en combate, mostró que el 23% de los dispositivos fue ineficaz, el 41.8% de ellos causaron la pérdida del miembro en el que se aplicaba y en un 4.1% de los casos no impidió la muerte del paciente. En estos casos, el tiempo medio de isquemia fue de 70 minutos.

#### - Uso del torniquete

En lo que al uso de los torniquetes se refiere, estos deben guardarse en sitios accesibles, pero nunca expuestos a la intemperie, ya que su eficacia disminuye<sup>21</sup>. Las características que debe cumplir un torniquete se resumen en la tabla del anexo 5<sup>7</sup>.

Su correcta localización en la zona afecta es primordial para su funcionamiento. Se deben colocar de 5 a 10 cm por encima de la herida, directamente sobre la piel, procurando no hacerlo sobre la ropa para así evitar desplazamientos de este<sup>22</sup>. Se debe tener en cuenta también que la anchura del torniquete debe adecuarse al perímetro del miembro. De esta forma, el muslo supone el mayor reto a la hora de aplicar un torniquete. Por ello, en ocasiones es necesario el empleo de más de un torniquete para controlar la hemorragia<sup>23</sup>.

Se debe retirar tan pronto como sea posible, recordando que el tiempo máximo de isquemia es de 2h. El tiempo máximo de isquemia hace referencia al tiempo que se tarda desde que se coloca el dispositivo hasta que el paciente llega a una formación sanitaria con capacidad de tratar tales lesiones.

Los criterios para el uso de los torniquetes engloban las siguientes situaciones clínicas<sup>7</sup>:

- Amputaciones traumáticas con hemorragia externa moderada o severa.
- Fallo del control del sangrado mediante compresión directa o el uso de un vendaje hemostático.
- Importante sangrado con múltiples focos que no pueda ser controlado aplicando presión directa.
- Hemorragia incontrolada que ha sido causada por un objeto penetrante.
- Pacientes con hemorragias externas graves que precisan urgentemente de soporte ventilatorio o aislamiento de la vía aérea.

Siempre que nos encontremos en una situación de riesgo, las medidas convencionales realizadas para detener la hemorragia, como la compresión directa o la colocación de un vendaje compresivo, no deben realizarse por motivos de seguridad. En este tipo de situaciones, el procedimiento de elección para el control de la hemorragia será la aplicación de un torniquete hasta que el herido se encuentre en una posición segura. No debemos olvidarnos de la necesidad de no arriesgar la vida del herido ni de las personas que los asisten por el hecho de aplicar tratamientos innecesarios<sup>24</sup>. Una vez que nos encontremos en una situación segura, se reevaluarán las lesiones siguiendo los protocolos de hemostasia convencionales y valorando la necesidad de utilizar un apósito hemostático o un vendaje compresivo.

#### - Complicaciones

Como ya se ha nombrado anteriormente, a pesar de las vidas que pueden llegar a salvar, el uso del torniquete no está exento de complicaciones. La mayoría de estas derivan de su mala colocación, prolongados tiempos de isquemia o empleo del dispositivo inadecuado. Los errores más comunes que se cometen a la hora de usar un torniquete se resumen en el anexo 6<sup>23</sup>. Para conseguir mitigar estos efectos adversos, es primordial el correcto adiestramiento en su utilización del personal sanitario<sup>7</sup>.

Diversos trabajos describen las lesiones más comunes a destacar tras el uso del torniquete<sup>25-27</sup>.

- Lesiones neurológicas como neuroapraxias, parálisis o lesiones nerviosas de carácter transitorio o permanente.
- Isquemia

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

Se recomienda que para minimizar al máximo la aparición de complicaciones por el uso del torniquete, el personal que lo emplea debe verificar la existencia de hemorragia cada 2 horas. En el caso en el que la hemorragia haya cesado, se debe retirar el torniquete y sustituirlo por un vendaje compresivo o un apósito hemostático, siempre que el tiempo de isquemia no haya superado las 6 horas. Se considera un tiempo de 40 minutos el necesario para que los tejidos recuperen su estado de normalidad tras su uso<sup>7</sup>.

- Diferentes modelos de torniquetes

Aunque hay una amplia variedad de torniquetes, a continuación se destacan los más empleados.

- Combat application tourniquet (CAT)

Estos dispositivos ocluyen completamente tanto la circulación venosa como la arterial de las extremidades que han sufrido una lesión traumática con una hemorragia importante. En unas pruebas realizadas por la Navy Experimental Diving Unit (NEDU), se obtuvo una eficacia de oclusión arterial median lectura Doppler de un 81.4%<sup>7</sup>.

Es el dispositivo de elección como tratamiento de elección en el tratamiento de la hemorragia externa en las guías de la CoTCCC desde el 2009 y desde el año 2000 se incluye en los kits individuales de los soldados americanos<sup>7</sup>.

Está compuesto por una cinta de 10cm de nylon que se coloca alrededor del miembro a través de una hebilla que se sujeta con un velcro. A la cinta se le une un elemento de aluminio mediante un sistema de libre movimiento que, para realizar la isquemia

necesaria para detener la hemorragia, permite ejercer presión de modo circular. Después, este elemento de aluminio se ancla con un sencillo dispositivo<sup>7</sup>.

- Mechanical advanced tourniquet

Es uno de los torniquetes de más fácil manejo (se puede colocar con una sola mano) y el que menos tiempo se tarda en colocar (la isquemia completa se consigue a los 10s de su colocación). Su rango es de mínimo 10.16cm y un máximo de 91.44cms<sup>7</sup>.

Está elaborado con materiales resistentes a grandes impactos y que son capaces de soportar temperaturas extremas.

Si se compara con el CAT, posee la ventaja de que no da fallos de cierre cuando los velcros están sucios. Su inconveniente reside en que no puede aflojarse para reevaluar el sangrado como en el CAT, sino que hay que retirarlo completamente y volverlo a colocar<sup>7</sup>.

Según un estudio realizado sobre el uso de diferentes torniquetes<sup>28</sup>, obtiene un índice de 80.48% de eficacia de oclusión medido mediante Doppler, con un tiempo medio de aplicación de 19.5s en personal instruido y de 59.5s en personal no instruido.

- Emergency and military tourniquet (EMT)

Se trata de un torniquete neumático quirúrgico que está constituido por una banda ancha que protege un manguito neumático de inflado manual. Esta banda ancha, ejerce presiones uniformes consiguiendo así mejores parámetros de oclusión<sup>7</sup>.

Este dispositivo se comparó en 22 intervenciones quirúrgicas con el manguito de isquemia quirúrgico<sup>29</sup>. En este estudio se observó que no había diferencias de funcionamiento entre ambos dispositivos y que las presiones de inflado se mantenían constantes durante la cirugía. Además, el EMT fue más fácil de colocar y ofreció una mayor adaptación a los miembros.

- **Agentes hemostáticos**

La última década ha sido testigo de la aparición de un gran número de productos destinados a manejar ciertas áreas sangrantes de difícil manejo o en las que no sea posible colocar un torniquete. Unos de estos productos son los denominados agentes hemostáticos. Aunque se han realizado múltiples estudios tanto en animales como en personas sobre estos agentes, a día de hoy no se conoce ninguno que sea aplicable en



todas las situaciones y que destaque considerablemente sobre los demás. Sin embargo, todos estos estudios coinciden en que reducen la mortalidad y morbilidad relacionada con el control temprano de la hemorragia prehospitalaria<sup>30</sup>.

Dos son los factores principales que afectan a la eficacia de los apósitos hemostáticos. El primero es su mecanismo acción: algunos de ellos concentran factores de coagulación en la zona de la lesión, otros forman un sello mucoadhesivo alrededor de la herida y los últimos activan la cascada de coagulación o proporcionan factores de coagulación exógenos. El segundo factor a tener en cuenta es el formato del agente, granulados o gasas habitualmente, siendo esencial la habilidad de adaptarse a la geometría de la herida<sup>30</sup>.

Un agente hemostático “ideal” debe reunir una serie de características<sup>31</sup>:

- Ser barato y de fácil producción.
- De aplicación sencilla y con un entrenamiento mínimo
- Seguro y que no presente efectos secundarios después de su uso.
- Debe mantener sus propiedades en condiciones extremas de temperatura y humedad.
- Efectivo frente a hemorragias moderadas y graves
- Deben ser capaces de generar hemostasia segura durante varias horas para permitir el traslado del herido a una formación sanitaria.

Son varios los estudios que acreditan la efectividad de estos apósitos. Uno realizado durante 2015 por el cuerpo médico de las fuerzas armadas israelí en 122 es un ejemplo de ello<sup>32</sup>. A estos pacientes, con una media de edad de 22 años, se les aplicaron 133 apósitos. 37 de estos apósitos se emplearon en zonas de unión entre miembros, 63 en las extremidades, 14 en la espalda y 4 en la cabeza. Siete de estos pacientes murieron, pero los apósitos mostraron una efectividad de un 88.6% en las zonas de unión y de un 91.9% en las demás zonas.

A continuación se describen los principales agentes hemostáticos clasificados en tres grupos según su mecanismo de acción: concentradores de factores, procoagulantes y mucoadhesivos. En el anexo 7 se describen las principales características de cada apósito de forma resumida<sup>30,33</sup>.

## CONCENTRADORES DE FACTORES

El más destacado es el siguiente:

### - **QuickClot®**

Estos apósitos, aprobados por la Food and Drug Administration (FDA)<sup>6</sup>, están compuestos por un mineral volcánico de origen inerte denominado zeolita en una concentración de un 1%. Este mineral tiene una alta porosidad y su acción reside en la capacidad que tiene de capturar y retener moléculas de agua. Otras células como los eritrocitos, plaquetas, factores de coagulación y proteínas son también atraídas, pero debido a su tamaño no son retenidas por esta estructura porosa del material. De esta forma, se favorece la hemoconcentración y se forma un coágulo de manera natural. La absorción de las moléculas de agua se produce en 1-2s y se libera calor mediante una reacción exotérmica que puede provocar quemaduras en el herido o en el personal que efectúa la técnica. Esta cantidad de calor que se libera va a depender del grado de hemodilución de la sangre del paciente, la cantidad de producto empleado y la cantidad de sangre que se encuentra en la herida cuando se vierte el producto<sup>7</sup>.

Debido a estas quemaduras que pueden provocar estos apósitos de primera generación, se han creado unos de segunda generación. Entre ellos se encuentra el QuickClot Advanced Clotting Sponge (ACS+), también formados por zeolita, que reduce la intensidad de la reacción exotérmica que se forma al ponerse en contacto con materia líquida y que se administra en paquetes más amplios para facilitar su aplicación y retirada<sup>33</sup>.

Antes de usarlos, se debe aspirar la mayoría del líquido que nos encontremos en la herida y efectuar presión directa de la herida al mismo tiempo que se vacía el contenido del sobre en la herida<sup>7</sup>.

Alam et al<sup>34</sup> comparó estos apósitos con otros agentes hemostáticos para validar su eficacia. QC fue el único que alcanzó una mortalidad del 0% y demostró tener una menor pérdida sanguínea. Pusateri et al<sup>35</sup> describió que QC reduce el tiempo de hemostasis. Peter et al<sup>36</sup> analizó los casos de 103 pacientes, 83 con uso externo de QC y 20 con uso interno de QC en el campo de batalla. El índice de supervivencia fue mayor del 97%, con sólo 8 fallos. Hubo tres casos que sufrieron quemaduras.

## PROCOAGULANTES

Estos agentes actúan activando la cascada de coagulación o proporcionando factores de coagulación<sup>30</sup>. Los más destacados son los siguientes:

### - **Dry Fibrin Sealant (DFS) (selladores de fibrina seca)**

Estos apósitos han sido desarrollados conjuntamente por la Cruz Roja y la Armada Estadunidense. Están formados por 4 componentes (fibrinógeno, trombina, factores de coagulación, factor XIII mayoritariamente, y calcio) en un envase de poliglactina (Vicryl) y es bioabsorbible. Estos apósitos mejoran la coagulación de las heridas al proporcionar una alta concentración local de factores de coagulación. Aunque hoy en día se elimina el riesgo de transmisión viral, las desventajas de estos apósitos residen en que su consistencia pegajosa ocasiona que se adhiera a los guantes o manos de la persona que los aplica<sup>33</sup>.

Kheirabadi et al<sup>37</sup> compararon la eficacia de HC, FSD y los vendajes estándar en la hemostasis en cerdos. Probaron que HC y FSD detenían las hemorragias iniciales que no podía contenerse con los vendajes estándar. Los cerdos en los que se usó el FSD pudieron vivir más de 96 horas utilizando exclusivamente estos apósitos para detener la hemorragia, mientras que con HC el tiempo de supervivencia fue inferior. En otro estudio posterior, Kheirabadi et al<sup>38</sup>, probaron que el uso de FSD detenía en un 93% la tasa inicial de hemorragia después de 4 minutos y prevenían el 80% de las posibilidades de resangrado al menos durante 7 días.

### - **Combat Gauze® (CG)**

Son apósitos de segunda generación<sup>33</sup>. Se trata de una venda o gasa muy flexible formada 50-50% seda/poliéster que está impregnada de kaolin, arcillas ricas en un mineral denominado caolinita que tiene propiedades absorbentes y activan la vía intrínseca de la coagulación<sup>33</sup>. Producen una aglutinación de los hematíes, factores de coagulación y plaquetas que favorece la formación de un coágulo deteniendo la hemorragia<sup>7</sup>. No son bioabsorbibles, por lo que hay que retirarlos de la herida antes de que esta cicatrice<sup>7</sup>.

Al contrario que con otros apósitos, los CG no ofrecen una inmediata hemostasis, ocasionando mayor pérdida sanguínea<sup>33</sup>. El grado de hemostasia de estos apósitos va a depender de la capacidad de coagulación del paciente. De esta forma, serán menos

efectivos en los pacientes que posean alguna coagulopatía<sup>7</sup>. Su aplicación y retirada es sencilla y no requiere procedimientos específicos<sup>33</sup>.

Se han desarrollado unos apósitos de tercera generación con similar composición. Estos apósitos son los denominados Combat Gauze XL (CGX)<sup>33</sup>.

- **Salmon Thrombin-Fibrinogen (STF) (Trombina-fibrinógeno de salmon)**

Estos apósitos una mezcla de trombina y fibrinógeno procedente de salmones liofilizada, sobre un apósito soluble en agua compuesto por dextrano. Su funcionamiento es similar al de la trombina y fibrinógeno humanos. Al aplicarlo, el dextrano se pone en contacto con la sangre de la herida permitiendo la hidratación y permitiendo que las moléculas de trombina y fibrinógeno se polimericen en un coágulo de fibrina<sup>33</sup>.

Estos apósitos no son caros, sus componentes están disponibles en gran cantidad, son estables en temperatura ambiente durante largos periodos y no transmiten ninguna enfermedad<sup>33</sup>.

- AGENTES MUCOADHESIVOS

Los componentes que tienen estos agentes (citosans mayoritariamente), reaccionan con la sangre y con los tejidos dañados formándose una capa que taponada la herida<sup>30</sup>.

Se conocen los siguientes agentes mucoadhesivos:

- **HemCon®**

Este apósito recibió la aprobación de la FDA en 2003 y se trata de los apósitos de primera generación que más ha evolucionado<sup>33</sup>. Está formado por un derivado natural que se extrae de la concha de los crustáceos denominada chitosan liofilizado. No contienen proteínas humanas o factores de coagulación, por lo que se reducen las posibilidades de aparición de reacciones alérgicas. Además, no producen reacciones exotérmicas, por lo que no existe riesgo de quemaduras, y poseen ciertas propiedades antibacterianas. Su funcionamiento reside en que al entrar los apósitos en contacto con la sangre, se vuelven muy pegajosos y se adhieren a la herida sellándola<sup>7</sup>.

Diversos estudios han demostrado su eficacia. Pusateria et al<sup>39</sup> estudiaron sus resultados en animales, obteniendo buenos resultados. En el año 2006, Wedmore et al<sup>40</sup> en un estudio en el que dicho agente fue empleado en 64 casos, se constató su

eficacia en un 96% de ellos. Pawarant et al<sup>41</sup>, demostró una mayor eficacia de HC sobre la clásica compresión directa para la hemostasis en modelos animales.

En un estudio realizado en las ambulancias de urgencias de dos servicios de emergencias médicas de Holanda entre 2012 y 2014<sup>42</sup>, se usaron para el control de las hemorragias graves externas de 66 personas apósitos hemostáticos. 21 de estos pacientes estaban en tratamiento con anticoagulantes. Las lesiones se encontraban en extremidades (n=29), cabeza, cara y cuello (n=29) y tórax o zonas de unión de miembros (n=8). En 46 pacientes el uso de estos apósitos cesó la hemorragia. En 13 pacientes se redujo la hemorragia tras su uso y en 7 pacientes no controlaron la hemorragia, aunque la principal razón del fallo de estos se debió a errores humanos. No se constató ningún efecto secundario durante el tratamiento o el transporte de estos pacientes.

Recientemente, se han creado ciertos apósitos de tercera generación con este componente denominados HCG Pro que ya ha sido aprobado para el control de las hemorragias externas<sup>33</sup>.

#### - **Celox® (CE)**

Los CE están formados también por quitosan. Hoy en día se comercializa mayoritariamente en 4 configuraciones: CE granulados, Celox-A (agente de segunda generación y aplicados con jeringa), CEG (Celox Gauze MedTrade), HCG (ChitoGauze-Hmcon) y CR gauze (CeloxRapid) (ambos agentes de tercera generación). El anteriormente empleado Celox Trauma Gauze (CTG) se ha retirado de los comercios y se ha sustituido por el GZ gauze<sup>33</sup>.

Este apósito posee un mecanismo de acción similar a los agentes hemostáticos mencionados anteriormente. Como particularidad presenta que coagula la sangre en condiciones de hipotermia y en pacientes con tratamiento anticoagulante, ya que actúa de forma independiente a los factores de coagulación. Tampoco provoca reacciones exotérmicas<sup>7</sup>.

Su modo de empleo consiste en verter el contenido del envase dentro de la herida y ejercer presión directa sobre esta durante al menos 3 minutos<sup>7</sup>. Aunque el principio del quitosan es bioabsorbible, los CE no se consideran apósitos bioabsorbibles, por lo que tienen que ser retirados de la herida<sup>33</sup>.

Su fácil manejo, su precio no muy costoso y su eficacia en el tratamiento de hemorragias graves lo colocan en una posición ventajosa para su uso en el ámbito de emergencia prehospitalaria<sup>7</sup>.

Numerosos estudios sobre los apósitos de segunda generación<sup>43-46</sup> han probado que la eficacia de este producto es superior comparada a los gauze u otros agentes. Por ello, muchos de los equipos de emergencia civiles y de fuerzas armadas los incluyen en sus equipos para el control de la hemorragia<sup>33</sup>. El agente de tercera generación CEG, es utilizado por, al menos, ocho equipos de fuerzas armadas a los largo del mundo, entre las que se incluye el Ejército de Reino Unido (que incluye dos CEG en el equipo de primeros auxilios de cada militar) y la Fuerzas Especiales del Ejército Estadounidense<sup>33</sup>.

En el siguiente estudio se examinaron cuatro agentes hemostáticos de tercera generación<sup>47</sup> aplicados en cerdos y comparados con CG. A cada porcino se le aplicó uno de los cinco agentes (CG, CGX, CTG, CEG o HCG). Se les aplicó presión directa durante 3 minutos y se examinaron el nivel de hemostasis y la pérdida sanguínea. Los resultados mostraron que los mejores resultados de supervivencia se dieron con CGX, CEG y HCG, aunque los resultados no mostraron diferencia significativa. CGX fue superior a CG en la hemostasis inicial. En lo que a la pérdida sanguínea inicial se refiere, CGX y CEG fueron superiores a CG. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la pérdida sanguínea post-tratamiento.

#### - **Wound Stat®**

Este agente consiste en un compuesto granular de esmectita, un mineral de origen arcilloso. Cuando este material se aplica sobre la heridas, los gránulos que lo forman absorben el agua y se hinchan, formando un material viscoso que se adhiere a los tejidos y aglutina los factores de coagulación. No produce reacciones exotérmicas<sup>7</sup>.

Ciertos estudios<sup>48</sup>, demuestran una gran supervivencia tras el uso de este apósito. Sin embargo, estudios posteriores certificaron que los gránulos de estos apósitos pueden causar lesiones en los vasos sanguíneos y entrar en el sistema circulatorio produciendo trombosis en órganos distales. Por ello, en 2009 el Ejército de EEUU anunció su retirada<sup>9</sup>.

#### - **Mini Sponge Dressing (MSD)**

Se trata del primer apósito hemostático diseñado para ser usado en zonas de uniones del cuerpo en las que no se puede emplear la compresión directa. Están formados por

múltiples esponjas médicas cilíndricas de celulosa que están recubiertas por quitosan. Los MSD se administran con un aplicador en las cavidades y al ponerse en contacto con la sangre, se expande en aproximadamente 20s<sup>33</sup>.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El tratamiento óptimo de las hemorragias severas requiere un enfoque multidisciplinario<sup>50</sup> en el que resulta innegable que el uso de los torniquetes y los agentes hemostáticos es factible y efectivo a la hora de lograr la hemostasis<sup>49</sup>. El mejor método para controlar las pérdidas de sangre va a depender de múltiples factores, entre los que destacan la gravedad de la hemorragia, la localización de la lesión, la disponibilidad de recursos humanos y materiales, la proximidad a un escalón sanitario con capacidad quirúrgica y la formación e instrucción de las personas que van a proporcionar la asistencia sanitaria<sup>7</sup>.

Aunque en los últimos años han aparecido muchos detractores del uso del torniquete debido a las complicaciones que puede llegar a generar, se está recuperando su uso como tratamiento de elección en hemorragias de moderadas a severas, especialmente en los casos en los que la presión directa no es efectiva. De hecho, las últimas guías de la AHA<sup>16</sup> y de la ERC<sup>15</sup> recomiendan su uso para el tratamiento de las hemorragias. Además, se debe tener en cuenta que la incidencia de las lesiones ya citadas causadas por estos dispositivos disminuyen sustancialmente cuando al tomar la decisión de emplearlos se consideran sus indicaciones, que el material se encuentre en perfecto estado y que el personal que lo aplica conozca su correcto funcionamiento. Asimismo, las mejoras que se han llevado a cabo en los elementos complementarios de tratamiento (como los agentes hemostáticos), los medios y tiempos de evacuación y la disponibilidad de equipos de cirugía avanzados han contribuido a aumentar su eficacia<sup>7</sup>.

La aparición de los agentes hemostáticos ha revolucionado las técnicas de control de las hemorragias. El número de estudios realizados en torno al uso de los agentes hemostáticos ha aumentado mucho durante los últimos años, aunque la mayoría de la información que se posee deriva de estudios realizados en animales y en el entorno militar, existiendo cierta falta de información sobre su uso en el entorno civil<sup>50</sup>.

Aunque la presión directa y el taponamiento de las lesiones sigue siendo la piedra angular del control de la hemorragia, los agentes hemostáticos se presentan como la primera opción para controlar las hemorragias que se presentan en sitios no susceptibles de la utilización de la presión directa o el torniquete<sup>9</sup>.

Debido al gran número de agentes que se conocen actualmente, es necesario conocer la aplicación de cada uno de ellos junto con las posibles complicaciones que pueden derivar de su uso<sup>50</sup>.

Es vital proporcionar al personal sanitario instrucción en la enseñanza del correcto manejo del torniquete y agentes hemostáticos, no solo para disminuir la morbimortalidad derivada de las hemorragias, sino también para disminuir la aparición de complicaciones derivadas de su mal uso<sup>7</sup>. Podría ser conveniente también proporcionar información al personal no sanitario sobre el uso de estos dispositivos dentro de los primeros auxilios, especialmente de los torniquetes ya que los agentes hemostáticos raramente los van a tener disponibles, y son las primeras personas en socorrer a las víctimas en innumerables ocasiones.

Por todo ello, es recomendable que el personal sanitario revise sus procedimientos de actuación ante situaciones de graves hemorragias y debería ser una obligación de los organismos competentes en la materia potenciar programas y líneas de investigación que abran nuevos caminos por los que se puedan mejorar y perfeccionar los diferentes tipos de torniquetes, así como mejorar los agentes hemostáticos actuales o desarrollar unos nuevos. De este modo, se lograría minimizar las complicaciones derivadas de su uso y adecuarlos lo máximo posible a las condiciones de cada lesión<sup>7</sup>.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Diez B, Hernando A. Biomecánica del trauma. En Guía para la atención del trauma grave. Alonso Fernández MA, Chico Fernández M, Sánchez-Izquierdo Riera JA, Toral Vázquez D (eds.) - Madrid: Ergon. 2009. p. 5-16
2. Asensio JA, Rojo E, Petrone P, Karsidag T, Pardo M, Demiray S, et al. Síndrome de exanguinación. Factores predictivos e indicativos para la institución de la cirugía de control de daños. Rev Esp Cir. 2003; 23(2): 120-9.
3. Ker K, Roberts I, Shakur H, Coats T. Fármacos antifibrinolíticos para la lesión traumática aguda [Internet]. [consultado el 20 de marzo de 2016]. Disponible en:  
<http://www.bibliotecacochrane.com/control.php?URL=/PDF/CD004896.PDF>
4. Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, et al. A profile of combat injury. J Trauma. 2003; 54(Suppl):13-9.
5. Pusateri AE, Holcomb JB, Kheirabadi BS, et al. Making sense of the preclinical literature on advanced hemostatic products. J Trauma. 2006; 60: 674-82.
6. Zhang YJ, Gao B, Liu XW. Topical and effective hemostatic medicines in the battlefield. Int J Clin Exp Med. 2015 Jan 15; 8(1):10-9.
7. González Alonso V, Cuadra Madrid ME, Usero Pérez MC, Colmenar Jarillo G, Sánchez Gil MA. Control de la hemorragia externa en combate. Prehospital Emergency Care (ed. esp), 2009; 4.
8. Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, Rotondo MF. Damage control: collective review. J Trauma 2000; 49(5):969-78.
9. Lance E. Stuke. Prehospital topical hemostatic agents – A review of the current literature [Internet] PHTLS Executive Committee [consultado el 28 de marzo de 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/VxHI1U>
10. Muñoz A, Silva L. Valoración inicial de enfermería al politraumatizado. 1ª ed. Sevilla: Mad; 2006.
11. España. Ministerio de Ciencia e Innovación. ORDEN CIN/2134/2008, de 3 de julio, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Enfermero. BOE nº 174 de 19 de julio de 2008.

12. Critical Appraisal Skills Programme (CASP) [Internet] [consultado el 30 de marzo del 2016]. Disponible en: <http://www.casp-uk.net/#!/checklists/cb36>
13. AGREE Enterprise website. Advancing the science of practice guidelines [Internet] [consultado el 30 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.agreetrust.org/>
14. Day MW. Control of traumatic extremity hemorrhage. *Crit Care Nurse*. 2016; 36: 40-51.
15. European Resuscitation Council. Recomendaciones para la resucitación 2015 del Consejo Europeo de Resucitación. [Internet]. 2015 [Consultado 27 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/Vvvsq1>
16. American Heart Association. Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circ Cardiovasc* [Internet]. Noviembre 2015 [Consultado 27 de marzo de 2016]; 132 (18). Disponible en: <http://goo.gl/7dB9ik>
17. Kragh JF, Swan KG, Smith DC, et al. Historical review of emergency tourniquet use to stop bleeding. *Am J Surg*. 2012; 203: 243–52.
18. Doyle GS, Taillac PP. Tourniquets: a review of current use with proposals for expanded prehospital use. *Prehosp Emerg Care*. 2008; 12: 241–55
19. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, et al. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg*. 2009; 249: 1–7.
20. Kragh JF, Littrel ML, Jones JA, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med*. 2011; 41: 590–7.
21. Weppner J, Lang M, Sunday R, et al. Efficacy of tourniquets exposed to the Afghanistan combat environment stored in individual first aid kits versus on the exterior of plate carriers. *Mil Med*. 2013; 178: 334–7.
22. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma*. 2008; 64(Suppl):38–50.
23. Brendon DO et al. Application of Current Hemorrhage Control Techniques for Backcountry Care: Part One, Tourniquets and Hemorrhage Control Adjuncts. *Wilderness & environmental medicine*. 2015; 26: 236–45.
24. Walters TJ, Mabry RL. Issues related to the use of tourniquets on the battlefield. *Mil Med*. 2005; 170:770-7.

25. 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: 28-37.
26. 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: 221-5.
27. Stephen L. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World Journal of Emergency Surgery*. 2007; 2: 28.
28. Ruterbusch VL, Swiergosz MJ, Montgomery LD, Hopper KW, Gerth WA. onr/marcorsyscom evaluation of self-applied tourniquets for combat applications. Navy Experimental Diving Unit. 2005.
29. 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”. RTO-MPHFM. 2004; 109.
30. Littlejohn L. et al. Application of Current Hemorrhage Control Techniques for Backcountry Care: Part Two, Hemostatic Dressings and Other Adjuncts. *Wilderness & environmental medicine*. 2015; 26: 246–54.
31. 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.
32. Shina A, Lipsky AM, Nadler R, Levi M, Benov A, Ran Y, Yitzhak A, Glassberg E. Prehospital use of hemostatic dressings by the Israel Defense Forces Medical Corps: A case series of 122 patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2015; 79: 204-9.
33. Brad L. Review of New Topical Hemostatic Dressings for Combat Casualty Care. *military medicine*. 2014; 179.
34. Alam HB, Uy GB, Miller D, Koustova E, Hancock T, Inocencio R, Anderson D, Llorente O, Rhee P. Comparative analysis of hemostatic agents in a swine model of lethal groin injury. *J Trauma*. 2003; 54: 1077–82.
35. Pusateri AE, Delgado AV, Dick EJ, Martinez RS, Holcomb JB, Ryan KL. Application of a granular mineral-based hemostatic agent (QuikClot) to reduce blood loss after grade V liver injury in swine. *J Trauma*. 2004; 57: 555–62.

36. Rhee P, Brown C, Martin M, Salim A, Plurad D, Green D, Chambers L, Demetriades D, Velmahos G, Alam H. QuikClot use in trauma for hemorrhage control: case series of 103 documented uses. *J Trauma*. 2008; 64: 1093-9.
37. Kheirabadi BS, Acheson EM, Deguzman R, Sondeen JL, Ryan KL, Delgado A, Dick EJ, Holcomb JB. Hemostatic efficacy of two advanced dressings in an aortic hemorrhage model in Swine. *J Trauma*. 2005; 59: 25–34.
38. Kheirabadi BS, Acheson EM, Deguzman R, Crissey JM, Delgado AV, Estep SJ, Holcomb JB. The potential utility of fibrin sealant dressing in repair of vascular injury in swine. *J Trauma*. 2007; 62: 94–103.
39. 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.
40. 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.
41. Kranokpiraksa P, Pavcnik D, Kakizawa H, Uchida BT, Jeromel M, Keller FS, Rosch J. Hemostatic efficacy of chitosan-based bandage for closure of percutaneous arterial access sites: An experimental study in heparinized sheep model. *Radiol Oncol*. 2010; 44:8 6–91.
42. Te Grotenhuis R, van Grunsven PM, Heutz WM, Tan EC. Prehospital use of hemostatic dressings in emergency medical services in the Netherlands: A prospective study of 66 cases. *Injury*. 2016.
43. Kheirabadi BS, Edens JW, Terrazas IB, et al. Comparison of new hemostatic granules/powders with currently deployed hemostatic products in a lethal model of extremity arterial hemorrhage in swine. *J Trauma*. 2009; 66: 316–26.
44. Arnaud F, Parreno-Sadalan D, Tomori T, et al. Comparison of 10 hemostatic dressings in a groin transection model in swine. *J Trauma*. 2009; 67: 848–55.
45. Arnaud F, Teranishi K, Tomori T, Carr W, McCarron R. Comparison of 10 hemostatic dressings in groin puncture model in swine. *J Vasc Surg*. 2009; 50: 632–9.
46. Sohn VY, Eckert MJ, Martin MJ, et al. Efficacy of three topical hemostatic agents applied by medics in a lethal groin injury model. *J Surg Res*. 2009; 154: 258–61.

47. Rall JM, Cox JM, Songer AG, Cestero RF, Ross JD. Comparison of novel hemostatic dressings with QuikClot Combat Gauze in a standardized swine model of uncontrolled hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg* 2013; 70: 150–6.
48. 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.
49. Zietlow JM, Zietlow SP, Morris DS, Berns KS, Jenkins DH. Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care. *J Spec Oper Med*. 2015; 15: 48-53.
50. Hamid RH, Fatemeh AZ, Hamid K, Ali AD, Ali T, Afshin A. Celox-Coated Gauze for the treatment of civilian penetrating trauma: a randomized clinical trial. *Traumamon*. 2015; 20.

## ANEXOS

### Anexo 1

Estrategia de búsqueda en las diferentes bases de datos

Fecha	BASE DE DATOS	Combinación DECS-MESH	Selección / Resultados	Validos (tras leer resumen)
16/03/2016	PUBMED	Hemostatic dressing	Total: 189 Seleccionados: 16	7
		Traumatic hemorrhage	Total: 27 Seleccionados: 6	5
18/03/2016	COCHRANE LIBRARY	Hemostatic dressing	Total: 24 Seleccionados: 1	1
		Traumatic hemorrhage	Total: 123 Seleccionados: 2	0
		Hemorragia traumática	Total: 7 Seleccionados: 1	1
		Hemorragia	Total: 324 Seleccionados: 2	0
20/03/2016	UPTODATE	Hemorragia	Total: 156 Seleccionados: 0	
20/03/2016	CUIDEN	Hemorragia traumática	Total: 10 Seleccionados: 0	
		Hemorragia	Total: 352 Seleccionados: 0	
		Apósito hemostático	Total: 3 Seleccionados: 1	0

Anexo 2

Datos básicos de los trabajos seleccionados en la búsqueda y su puntuación obtenida después de realizar la lectura crítica de estos trabajos.

<b>Autor/es</b>	<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Calidad Nivel Evidencia</b>
Katharine Ker, Ian Roberts, Haleema Shakur, Tim J Coats	Fármacos antifibrinolíticos para la lesión traumática aguda	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 8 sobre 10 en la escala CASPe.
CAPT Brad L. Bennett, MSC USN (Ret.)*; CDR Lanny Littlejohn, MC USN†	Review of New Topical Hemostatic Dressings for Combat Casualty Care	2014	Revisión sistemática	Se puntúa con un 9 sobre 10 en la escala CASPe.
Brendon Drew, DO, CDR, MC; Brad L. Bennett, PhD, NREMT-P; Lanny Littlejohn, MD, CDR, MC	Application of Current Hemorrhage Control Techniques for Backcountry Care: Part One, Tourniquets and Hemorrhage Control Adjuncts	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 8 sobre 10 en la escala CASPe.
Lanny Littlejohn, MD, CDR, MC; Brad L. Bennett, PhD, NREMT-P; Brendon Drew, DO, CDR, MC	Application of Current Hemorrhage Control Techniques for Backcountry Care: Part Two, Hemostatic Dressings and Other Adjuncts	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 8 sobre 10 en la escala CASPe.
Hamid Reza Hatamabadi, Fatemeh Asayesh Zarchi, Hamid Kariman, Ali Arhami Dolatabadi, Ali Tabatabaey and Afshin Amini	Celox-Coated Gauze for the Treatment of Civilian Penetrating Trauma: A Randomized Clinical Trial	2015	Ensayo clínico	Después de su lectura, se considera un ensayo clínico de calidad y se decide considerarlo para el trabajo.

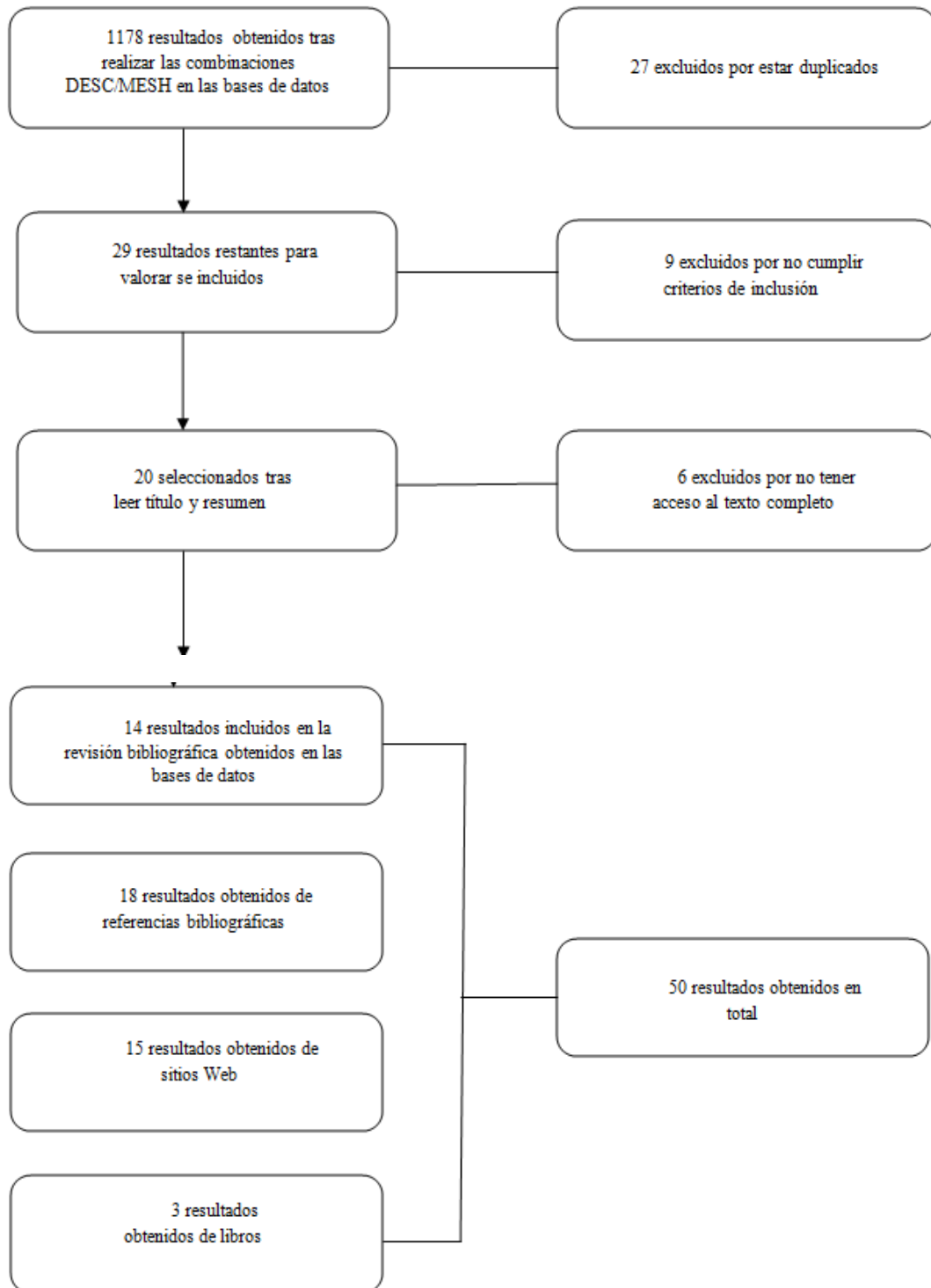
Yin-Juan Zhang, Bo Gao and Xi-Wen Liu <sup>1</sup>	Topical and effective hemostatic medicines in the battlefield	2014	Revisión sistemática	Se puntúa con un 7 sobre 10 en la escala CASPe.
Day MW	Control of Traumatic Extremity Hemorrhage	2016	Revisión sistemática	Se puntúa con un 8 sobre 10 en la escala CASPe.
Te Grotenhuis R, van Grunsven PM, Heutz WM, Tan EC.	Prehospital use of hemostatic dressings in emergency medical services in the Netherlands: A prospective study of 66 cases.	2014	Ensayo clínico	Se decide considerarlo para el trabajo después de leerlo y considerarlo apropiado.
Chan LW, Kim CH, Wang X, Pun SH, White NJ, Kim TH	PolySTAT-modified chitosan gauzes for improved hemostasis in external hemorrhage	2016	Ensayo clínico	Se tiene en cuenta para el trabajo después de realizar su lectura.
Shina A, Lipsky AM, Nadler R, Levi M, Benov A, Ran Y, Yitzhak A, Glassberg E	Prehospital use of hemostatic dressings by the Israel Defense Forces Medical Corps: A case series of 122 patients	2015	Ensayo clínico	Se considera un ensayo de calidad.
Zietlow JM, Zietlow SP, Morris DS, Berns KS, Jenkins DH	Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 6 sobre 10 en la escala CASPe.



Kluj P, Aleksandrowicz D, Machała W, Gaszyński T	Modern methods of prehospital bleeding management based on the experience and standards of tactical medicine	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 8 sobre 10 en la escala CASPe.
Grissom TE, Fang R	Topical hemostatic agents and dressings in the prehospital setting	2015	Revisión sistemática	Se puntúa con un 7 sobre 10 en la escala CASPe.
Bennett BL, Littlejohn L	Review of new topical hemostatic dressings for combat casualty care	2014	Revisión sistemática	Se puntúa con un 7 sobre 10 en la escala CASPe.

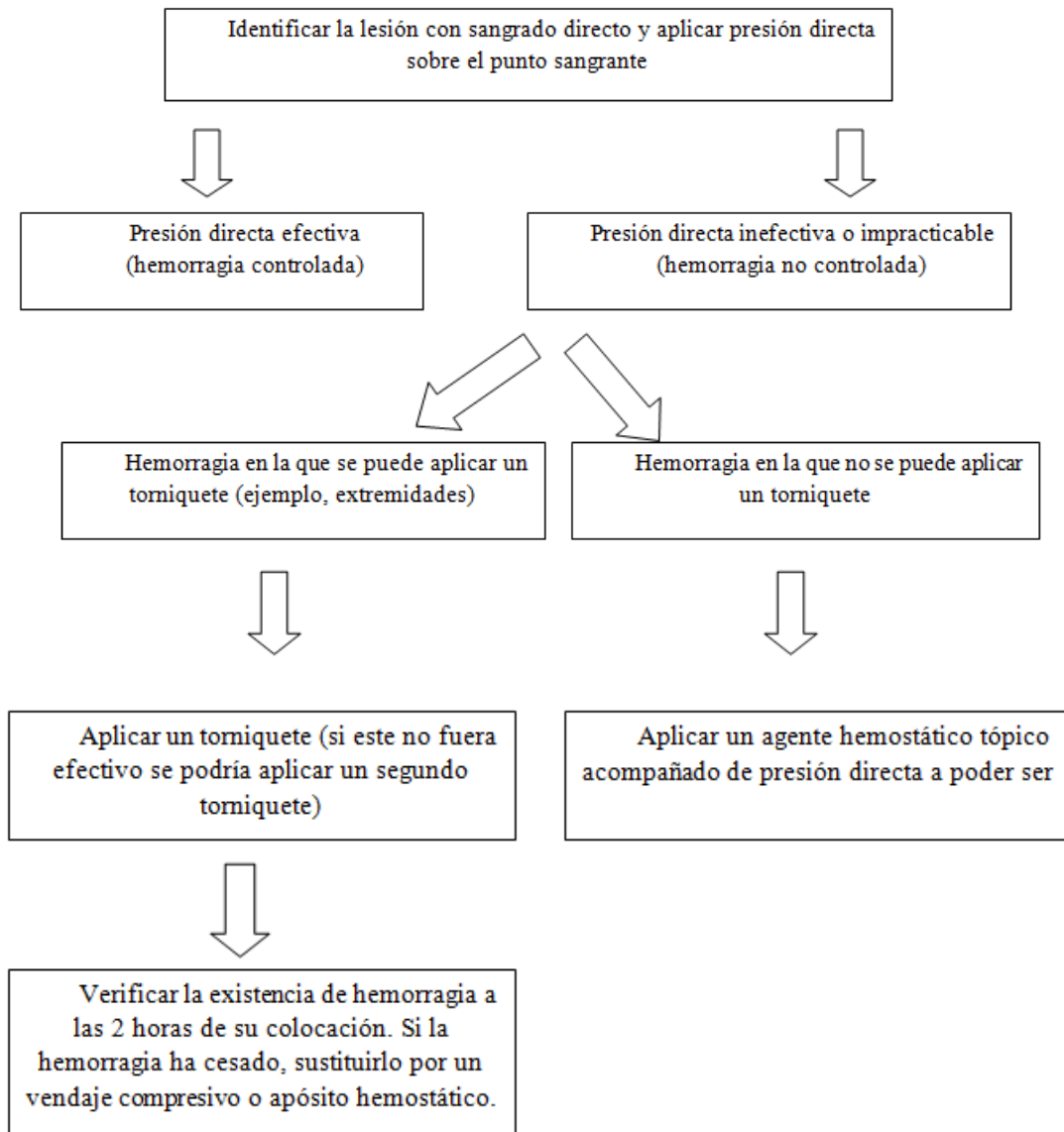
Anexo 3

Organigrama del proceso de búsqueda.



Anexo 4

Algoritmo de actuación para el control de la hemorragia de la American College of Surgeons Committee on Trauma guideline.



## Anexo 5

### Características de un buen torniquete

CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN TORNIQUETE
Eficaz en el tratamiento de la hemorragia, tanto en miembros inferiores como superiores.
Compacto y resistente
Ligeros y no voluminosos
Confeccionados en un material duradero y resistente
De fácil producción y bajo coste
Exento de partes mecánicas sofisticadas
Que no precisen fuentes energía para su funcionamiento
Fácil manejo y rápida aplicación por parte del usuario, sin que sean necesarios más de 1-2 minutos para su colocación y con escaso entrenamiento previo
Disposición de elementos mecánicos sencillos para la aplicación de presión y un sistema de seguridad para evitar el alivio de presión accidental.

## Anexo 6

Errores más comunes en lo que al uso del torniquete se refiere.

Errores cometidos	Comentarios
No usar un torniquete cuando es necesario	Se estima que la supervivencia es de un 0% en los casos en los que no se emplean y debieran ser empleados.
Usar un torniquete en hemorragias que podrían ser controladas con otros métodos menos agresivos	Debido a las complicaciones que pueden aparecer después de su uso prolongado, se recomienda utilizarlo sólo cuando es necesario.
Poner el torniquete demasiado proximal	Para disminuir el daño de los tejidos, se debe colocar 5-10cms por encima de la herida
Retirar el torniquete cuando no hay control de la hemorragia o del shock	La supervivencia es de un 4% cuando el torniquete se coloca después de que el paciente haya entrado en shock y menos cuando el torniquete se quita cuando el paciente está en shock.
Retirar el torniquete cuando el tiempo de transporte del paciente es breve	Hay una pequeña mortalidad y pocas complicaciones cuando se emplean durante menos de 2 horas.
No apretar lo suficiente un torniquete	Se debe apretar un torniquete hasta que haya ausencia de pulso distal. En los torniquetes venosos puede aparecer un síndrome compartimental
No utilizar un segundo torniquete cuando es necesario	Los miembros grandes pueden necesitar torniquetes de mayor anchura. Esta anchura se puede conseguir empleando dos torniquetes.
Esperar demasiado tiempo hasta poner un torniquete	Las hemorragias graves necesitan ser controlados rápidamente
Aflojar periódicamente el torniquete	Aflojar el torniquete puede acelerar el desangramiento del paciente sin proporcionar una adecuada perfusión del miembro afectado.

Anexo 7

Tabla que resume los principales agentes hemostáticos y sus características.

AGENTE HEMOSTÁTICO	GENERACION	COMPOSICION	FORMATO	MECANISMO DE ACCIÓN	APROBADO POR LA CoTCCC*	APROBADO POR LA FDA**	APLICACION
HemCon	1°	Chitosan (único lado)	Apósitos de 10x10cms	Formación de barrera mucoadhesiva de células sanguíneas. Activa las plaquetas.	Sí (pero reemplazado por Combat Gauze en Abril del 2008)	Sí	Colocarlo firmemente sobre la herida y presionar 3 min. No efectos adversos. Pegajosos a la hora de manejarlo.
Quick Clot	1°	Zeolita	Granular	Absorbe agua rápidamente mediante una reacción exotérmica para concentrar factores de coagulación	Sí (pero reemplazado por Combat Gauze en Abril del 2008)	Sí	Verter rápidamente sobre la herida; 3 minutos de presión manual. Al contacto con la sangre genera una alta temperatura por lo que puede causar quemaduras.
Celox (CE)	2°	Chitosan	Chitosan granular	Formación de barrera mucoadhesiva de células sanguíneas.	No	Sí	Verter rápidamente sobre la herida; 3 minutos de presión manual. No efectos secundarios. Puede ser difícil de manejar en

							condiciones ambientales con mucho viento.
Celox-A	2°	Chitosan	Granular	Formación de barrera mucoadhesiva de células sanguíneas.	-----	Sí	Verter con un aplicador sobre la herida; 3 minutos de presión manual.
Combat Gauze	2°	Gasa enrollada impregnada de kaolin	Gasa	Activar la vía intrínseca de coagulación	Sí	Sí	Verter rápidamente sobre la herida; 3 minutos de presión manual.
WoundStat	2°	Esmectita (arcilla no metálica)	Granular	Absorber fluido para formar una barrera arcillosa. Activar la vía intrínseca de coagulación	Sí (pero retirado posteriormente)	Sí	Verter sobre la herida; 2 minutos de presión manual.
Celox Gauze (CEG)	3°	Chitosan	Enrollado o plegado en Z	Formación de barrera mucoadhesiva de células sanguíneas.	Sí	Sí	Verter sobre la herida; 2 minutos de presión manual. Sin efectos adversos.
Celox Rapid (CR)	3°	Chitosan	Enrollado o plegado en Z	Formación de barrera mucoadhesiva de células sanguíneas.	-----	Sí	Verter sobre la herida; Al menos un minuto de presión manual.
ChitoGauze; HemCon (HCG)	3°	Chitosan	Plegado en Z	Formación de barrera mucoadhesiva de	Sí	Sí	Verter sobre la herida; 2 minutos de

				células sanguíneas.			presión manual. Sin efectos adversos.
Combat Gauze XL (CGX)	3°	Gasa enrollada impregnada de kaolin	Gasa	Activar la vía intrínseca de coagulación	-----	Sí	Verter sobre la herida; 2 minutos de presión manual.
Salmon Thrombin-Fibrinogen (STF)	3°	STF liofilizado en dextrano soluble en agua	Paquetes de STF ligados a dextrano	Hidratación de la trombina y polimerización del fibrinógeno para formar un coágulo de fibrina	No	-----	Verter sobre la herida; 2 minutos de presión manual.
Mini Sponge Dressing (MSD)	3°	Chitosan	Esponjas cilíndricas de celulosa recubiertas de chitosan	Su rápida extensión produce presión que produce hemostasis de la herida.	-----	-----	Administrar con un aplicador en las cavidades. No aplicar presión directa.

\* Committee on Tactical Combat Casualty Care

\*\* Food and drug administration