

**Grado en
ENFERMERÍA**

Trabajo Fin de Grado

**Uso del Torniquete en el Control de las Hemorragias
Exanguinantes**

Revisión sistemática

Presentado por:

Clara Yuste Méndez

Tutor:

Pedro García Bermejo

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría hacer una mención especial a todos los profesionales de Enfermería. Por la labor tan importante que realizan y su repercusión en la sociedad. Especialmente, a aquellos que deciden formarse en cuidados críticos y que dedican sus vidas a intentar mejorar las de los demás.

Seguidamente, me gustaría agradecerle al Dr. Pedro Bermejo, su ayuda y sus indicaciones en este trabajo. Su dedicación en los servicios de urgencias fueron decisivos cuando escogí que fuera él quien me guiase en esta última etapa del grado.

Me agrada mencionar también al Dr. Carlos Zapa, quien me inspira en su labor de enseñanza. Gracias a él, aprendí la importancia de estar actualizado en el control del sangrado y el valor que tiene estar constantemente formado.

Finalmente, agradecer a Roger Fabuel su apoyo incondicional. Por acompañarme en estos intensos años de aprendizaje y por compartir su pasión conmigo en el mundo de las emergencias.

RESUMEN

Introducción: La muerte por exanguinación constituye una de las causas más frecuentes de muerte en accidentes traumáticos. Los torniquetes homologados pueden ser realmente efectivos para el control del sangrado, aunque existe escasa evidencia científica sobre qué tipo de torniquete ofrece un mejor control del sangrado.

Metodología: A través de una revisión sistemática en inglés y español se pretende localizar diversos estudios que comparen diferentes modelos de torniquetes. Se han incluido estudios que se han publicado entre el 2013 y el 2023 y cuya fuente sea primaria.

Resultados: A través de diversos estudios se ha podido observar que el torniquete CAT ofrece mejores tasas de supervivencia. Esto se traduce en que ejerce una presión adecuada y en que el tiempo de colocación es menor que con otros torniquetes. El torniquete SAM-XT tiene resultados muy similares al CAT, a diferencia del SOFT-T, que en general tiene una menor eficacia. No obstante, estos resultados disminuyen significativamente cuando el usuario que coloca el torniquete no tiene formación previa en el control del sangrado.

Conclusiones: El torniquete como herramienta para el control del sangrado exanguinante ofrece altas tasas de éxito. Los torniquetes CAT y SAM-XT ofrecen mejores resultados en cuanto a términos de eficacia, menor tiempo de aplicación y presión ejercida. Se ha observado que la formación previa en el control del sangrado aumenta las probabilidades de colocar correctamente un torniquete, especialmente con el modelo CAT.

Palabras clave: torniquete, hemorragia, control del sangrado

ABSTRACT

Background: Death by exsanguination is one of the most frequent causes of death in traumatic accidents. Standardized tourniquets can be really effective for bleeding control, although there is little scientific evidence on which type of tourniquet offers better bleeding control.

Methods: Through a systematic review in English and Spanish, we aimed to locate several studies comparing different tourniquet models. We have included studies that have been published between 2013 and 2023 and whose source is primary.

Results: Several randomized clinical trials have shown that the CAT tourniquet offers better survival rates. This means that it exerts adequate pressure and that the collation time is shorter than with other tourniquets. The SAM-XT tourniquet has very similar results to the CAT, in contrast to the SOFT-T, which is generally less effective. However, these results decrease significantly when the user placing the tourniquet has no prior training in bleeding control.

Conclusions: The tourniquet as a tool for the control of exsanguinating bleeding offers high success rates. CAT and SAM-XT tourniquets offer better results in terms of efficacy, shorter application time and pressure exerted. Previous training in bleeding control has been shown to increase the chances of placing a tourniquet correctly, especially with the CAT model.

Keywords: tourniquet, hemorrhage, bleeding control

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de cuatro grados de la pérdida sanguínea.....	4
Tabla 2: Pregunta PICO.....	11
Tabla 3: Estrategias en la búsqueda de datos.....	12
Tabla 4: Artículos aptos para la revisión bibliográfica.....	13
Diagrama de flujo 1	13
Tabla 5: Artículo seleccionado n.º 1.....	15
Tabla 6: Artículo seleccionado n.º 2.....	16
Tabla 7: Artículo seleccionado n.º 3.....	17
Tabla 8: Artículo seleccionado n.º 4.....	18
Tabla 9: Artículo seleccionado n.º 5.....	18
Tabla 10: Artículo seleccionado n.º 6.....	19
Tabla 11: Artículo seleccionado n.º 7.....	21
Tabla 12: Artículo seleccionado n.º 8.....	22
Diagrama de flujo 2	24
Tabla 13: Actualización detallada para primeros auxilios del 2020 de la <i>American Heart Association</i> y la <i>American Red Cross</i>	36
Tabla 14: Cuestionario CASPe.....	37

LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ATLS	Advanced Trauma Life Support
CAT	Combat Application Tourniquet
C-TECC	Committee of Tactical Emergency Casualty Care
ERC	European Resuscitation Council
IRT	Torniquete ruso improvisado
PHTLS	Prehospital Trauma Life Support
SAM-XT	SAM Extremity Tourniquet
SAMUR	Servicio de Atención Médica Urgente y Rescate
SEMICYUC	Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias
SOFT-T	Torniquete táctico de la fuerza de operaciones especiales

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Fisiología de la sangre y de la hemostasia	2
1.1.1 Hemostasia primaria	2
1.1.2 Hemostasia secundaria	2
1.2 Clasificación de las hemorragias	2
1.2.1 Origen de la hemorragia	3
1.2.2 Naturaleza de la hemorragia	3
1.2.3 Gravedad de la hemorragia	3
1.3 Shock hemorrágico	4
1.3.1 Shock compensado	4
1.3.2 Shock descompensado	5
1.3.3 Shock irreversible	5
1.4 Triada letal durante el shock hemorrágico	5
1.5 El torniquete y sus indicaciones de uso para el control de hemorragias externas	6
1.6 Modelos de torniquetes	7
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	10
3.1 Hipótesis	10
3.2 Objetivo principal	10
3.3 Objetivos secundarios	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1 Criterios de elegibilidad	11
4.1.1 Pregunta PICO	11
4.1.2 Criterios de inclusión y exclusión	11
4.1.3 Fuentes de información y estrategia de la búsqueda	12
4.1.4 Proceso de Selección de los estudios	12
4.1.5 Extracción de los datos	14
4.1.6 Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios	14
5. RESULTADOS	15
6. DISCUSIÓN	24
7. CONCLUSIONES	27
8. BIBLIOGRAFÍA	28
9. ANEXOS	31

1. INTRODUCCIÓN

La hemorragia crítica traumática está asociada a una alta morbi-mortalidad y en la actualidad continúa siendo un gran desafío asistencial para los sanitarios. Según la SEMICYUC, se estima que el 50% de los fallecimientos en las primeras 24 horas tras un accidente traumático son causados por la pérdida masiva de sangre. Los recientes estudios muestran que el 24% de las muertes por traumatismo pudieron haber sido evitables, ya que de todas ellas, el 91% fueron causadas por una hemorragia crítica.¹

La asistencia del paciente crítico en entornos hostiles, como el ámbito militar, ha contribuido a desarrollar y mejorar los protocolos sanitarios, puesto que la muerte por exanguinación es una de las principales causas prevenibles de muerte en conflictos bélicos. En la actualidad, debido al desarrollo tecnológico, las armas son más destructivas y provocan lesiones más dificultosas. Las guías más actuales propuestas por el Committee of Tactical Emergency Casualty Care (C-TECC), plantean el control de las hemorragias como primera intervención al paciente traumático.^{2,3}

El control de la vía aérea siempre había sido la acción prioritaria en la valoración primaria, teniendo en cuenta la secuencia "ABCDE" (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Expose). Sin embargo, a partir del año 2020, los manuales del PHTLS actualizan el orden de esta secuencia, priorizando el control de las hemorragias exanguinantes. De este modo, la valoración primaria correcta sigue la sucesión "X-ABCDE", donde la X simboliza la exanguinación.⁴

Los complejos cambios metabólicos asociados a la pérdida de volumen sanguíneo, como la acidosis, la coagulación o la hipotermia, suponen un obstáculo más en el tratamiento del paciente. Por este motivo, es esencial que los profesionales no solo conozcan las mejores herramientas para detener el sangrado, sino que además, tengan en cuenta los factores que van a influir en el empeoramiento del estado del paciente y puedan contrarrestarlo.

Las muertes por hemorragia externa son prevenibles en determinados casos y debe ser responsabilidad del primer interviniente saber proporcionar una respuesta adecuada. Todos los cuerpos de emergencias deberían estar estrictamente formados en la aplicación de torniquetes, puesto que son los encargados de asegurar las intervenciones en accidentes o amenazas de cualquier tipo y, por tanto, son los primeros en responder.

1.1 Fisiología de la sangre y de la hemostasia

La sangre es un tejido líquido que recorre el organismo a través de los vasos sanguíneos. Está formada por eritrocitos, leucocitos, trombocitos y plasma. Su función consiste en transportar las células necesarias para que se realicen las funciones vitales. Entre algunas de estas funciones, se encuentra el intercambio de gases que intervienen durante la respiración, el mantenimiento del sistema inmunitario o la coagulación frente a lesiones en los vasos sanguíneos. Los adultos almacenan entre 4 y 6 litros de sangre, ya que el volumen sanguíneo constituye entre un 7 y un 8% del peso corporal.^{5,6}

La hemostasia es un proceso biológico complejo que en condiciones fisiológicas permite que la sangre circule en estado líquido. Cuando los vasos sanguíneos sufren una lesión, se desencadenan una secuencia de respuestas que detienen el sangrado intravascular. Estos mecanismos se dividen principalmente en dos fases:

1.1.1 Hemostasia primaria

El músculo liso que envuelve el vaso sanguíneo se contrae para evitar la salida de sangre al espacio extravascular, produciendo así una vasoconstricción periférica y una disminución de la pérdida sanguínea. A continuación se lleva a cabo la formación de un tapón plaquetario, cuya función es interrumpir el sangrado y mantener la integridad del vaso dañado. La adhesión de las plaquetas y la activación de otras sustancias como la serotonina, el colágeno o el tromboxano permiten que se forme el tapón hemostático.^{5,6}

1.1.2 Hemostasia secundaria

Durante la segunda fase de la hemostasia se activa el sistema enzimático de coagulación. La parte del endotelio que está dañada presenta actividad procoagulante, lo que permite que el trombo se forme en la ubicación exacta. A través de los complejos de activación, se produce la síntesis de trombina y fibrina, que forman una red alrededor del coágulo y lo mantienen estable y resistente.^{6,7}

Una vez se ha detenido la hemorragia y se ha reparado el daño tisular, se produce un proceso de fibrinólisis con el fin de eliminar los restos del coágulo y restaurar la permeabilidad del vaso. No obstante, en situaciones de hemorragia masiva, la hemostasia puede ser insuficiente y debe complementarse con agentes externos y una rápida intervención médica.^{6,7}

1.2 Clasificación de las hemorragias

Las hemorragias se definen como la salida de sangre a través del endotelio vascular producida por una lesión en el mismo, provocando una pérdida de sangre.

1.2.1 Origen de la hemorragia

El origen de una hemorragia es determinante en la gravedad de la misma. En función del vaso sanguíneo afectado, el sangrado puede ser:

- a) Arterial: la sangre proviene de la arteria y se caracteriza por un intenso color rojo. El sangrado es pulsátil e intermitente, ya que está asociado a la contractilidad del corazón. El sangrado es masivo y está asociado a grandes pérdidas de la volemia.
- b) Venoso: la sangre proviene de la vena y se caracteriza por un color rojo oscuro, debido a la escasa concentración de oxígeno y a la abundancia de dióxido de carbono. El sangrado es continuo, pero sin apenas fuerza.
- c) Capilar: la sangre proviene de arteriolas y se caracteriza por un color rojizo brillante. El sangrado suele ser leve y escaso.⁸

1.2.2 Naturaleza de la hemorragia

- a) Hemorragias externas: producidas normalmente por un traumatismo. Son lesiones sangrantes que son visibles a través de una herida y donde se puede determinar el foco principal de la hemorragia.
- b) Hemorragias internas: producidas por una lesión en los vasos sanguíneos sin que el sangrado se visualice fuera del cuerpo. Son lesiones causadas por traumatismos y fuertes golpes donde la sangre se acumula en ubicaciones donde no existen cavidades naturales. Como consecuencia a la acumulación de sangre se forman hematomas, equimosis y petequias.
- c) Hemorragias cavitarias: producidas por una lesión de los vasos sanguíneos donde el sangrado fluye hacia el exterior a través de orificios corporales. Algunos ejemplos de este tipo de sangrado son la epistaxis, la otorragia o la hematemesis, entre otros.⁸

1.2.3 Gravedad de la hemorragia

Las hemorragias pueden diferenciarse en función del porcentaje de pérdida de volumen sanguíneo. Cuando la pérdida de sangre supera el 15% del volumen sanguíneo total, se empiezan a

manifestar signos de shock hemorrágico. El gasto cardiaco se verá disminuido y la presión arterial media irá disminuyendo progresivamente.

La clasificación de las hemorragias en cuatro grados, propuesta por el manual de *ATLS*, permite diferenciar los signos del shock hemorrágico temprano y valorar la gravedad de la pérdida sanguínea. El grado I corresponde a un usuario que ha donado sangre. El grado II hace referencia a una hemorragia no complicada, pero que debe ser contrastada con cristaloides. El grado III representa una hemorragia no controlada que debe reanimarse como cristaloides y sangre. Finalmente, el grado IV refleja un estado muy grave del paciente, que deberá ser tratado con medidas más agresivas.⁹

Tabla 1. Clasificación de los cuatro grados de la pérdida sanguínea y los signos clínicos asociados.

CLASE				
PARÁMETRO	I	II	III	IV
Sangrado (ml)	<7	750-1500	1500-2000	>2000
Sangrado (%)	<5	15-30	30-40	>40
FC (lpm)	<100	>100	>120	>140
Presión arterial	Normal	Disminuida	Disminuida	Disminuida
FR (rpm)	14-20	20-30	30-40	>35
Diuresis (ml/h)	>30	20-30	5-15	Negativo
Síntomas SNC	Normal	Ansiedad	Confusión	Letargo

Fuente: American College of Surgeons.⁹

1.3 Shock hemorrágico

El shock hemorrágico hace referencia al estado patológico de hipoxia celular e hipoperfusión tisular. La disminución de oxígeno en sangre está relacionada con la hipovolemia secundaria a una lesión hemorrágica. Si este estado patológico se mantiene, el shock puede llegar a ser irreversible y provocar un fallo multiorgánico.¹⁰

El shock hemorrágico se divide clínicamente en tres fases:

1.3.1 Shock compensado

En esta etapa precoz, el organismo activa mecanismos compensadores para preservar la función de los órganos diana. Esta respuesta se produce gracias a la activación del sistema nervioso simpático y a la liberación de sustancias como la vasopresina o las catecolaminas. Se lleva a cabo una vasoconstricción con el fin de reducir la pérdida de sangre y también se produce un aumento de la frecuencia cardíaca, del gasto cardíaco y de la presión arterial media. La desviación de flujo sanguíneo en órganos no vitales provoca palidez cutánea y el enfriamiento de las extremidades.¹⁰

1.3.2 Shock descompensado

Esta etapa se desarrolla cuando los mecanismos compensadores se ven sobrepasados y los órganos diana no pueden ser perfundidos correctamente. Se produce hipotensión y la hipoperfusión de las extremidades es aún más evidente, siendo incluso imperceptibles los pulsos periféricos. Destaca el aumento de la acidosis metabólica y la formación de arritmias e isquemias. Si esta situación no se revierte con rapidez, la mortalidad y la morbilidad aumentan significativamente.¹⁰

1.3.3 Shock irreversible

Esta etapa se produce cuando el shock no ha podido ser revertido. Las posibilidades de supervivencia son prácticamente nulas.¹⁰

1.4 Triada letal durante el shock hemorrágico

El shock hemorrágico conlleva una serie de anormalidades metabólicas que suponen un riesgo añadido a la patología exanguinante. Estas alteraciones provocan el desarrollo de la conocida «triada letal», constituida por hipotermia, coagulopatía y acidosis. La presencia de cualquiera de estas tres patologías constituye un factor de riesgo para que aparezcan las demás, ya que están interconectadas entre sí y forman un proceso de retroalimentación.¹¹

- a) Hipotermia. Hace referencia a la temperatura corporal por debajo de los 35 °C. Algunos factores que influyen en la disminución de la temperatura central del paciente son: el descenso de la oxigenación tisular por el shock hipovolémico, la inmovilización o la fluidoterapia masiva. Según las investigaciones de Orozco, “se conoce que hasta dos tercios de los pacientes víctimas de trauma con sangrado activo ingresan a los servicios de emergencias con temperaturas por debajo de 36 °C y el manejo que reciben en estos

sitios puede perpetuar y empeorar esta condición.”¹²

- b) Acidosis metabólica. Este desajuste está provocado por la hipoperfusión tisular, que conlleva a un metabolismo anaeróbico y como consecuencia, la producción de ácido láctico y ácido fosfórico. Así mismo, la acidosis metabólica puede aparecer tras la reanimación si han utilizado soluciones salinas fisiológicas en exceso, ya que son ricas en cloruro.
- c) Coagulopatía. Se define como la imposibilidad de una coagulación normal. Puede estar causado por la inactivación, la dilución o la depleción de los factores de coagulación.¹²

Estas patologías son lesivas para el paciente y cuando interaccionan entre sí, pueden ser letales. La hipotermia provoca vasoconstricción periférica y junto a la hipovolemia, provocan que el metabolismo sea anaeróbico, produciendo acidosis metabólica. Este proceso puede ir acompañado de acidosis respiratoria si la eliminación de CO₂ es inadecuada y de acidosis hiperclorémica si excedemos el uso de suero salino durante la fluidoterapia. Así mismo, la hipotermia ralentiza el proceso de coagulación y disminuye la secreción de factores de coagulación. La acidosis también ataca al proceso de coagulación, ya que muchas enzimas que participan en el proceso son pH dependientes.¹²

Recientes estudios incluyen un cuarto factor que es determinante en la perpetuación del shock hemorrágico: la hipocalcemia. El calcio desempeña un papel fundamental en la contractilidad del músculo liso, la coagulación y la función plaquetaria.^{13,14}

1.5 El torniquete y sus indicaciones de uso para el control de hemorragias externas

El torniquete es un instrumento para el control del sangrado. Al aplicarlo sobre una extremidad, el torniquete ejerce la suficiente presión como para comprimir los músculos y los vasos sanguíneos. De esta forma, se interrumpe el flujo sanguíneo distal y se ejerce un control del sangrado. A continuación, se detallan las indicaciones de su uso según diversas asociaciones científicas:

La *European Resuscitation Council* recomienda el uso de torniquetes homologados para hemorragias potencialmente mortales ubicadas en una extremidad. Este debe colocarse entre 5 y 7 centímetros por encima del punto sangrante, teniendo en cuenta no colocar nunca en una articulación. El torniquete debe de apretar hasta que el sangrado cese, aunque pueda resultar extremadamente doloroso. En caso de que el sangrado no disminuyese, se debería aplicar un

segundo torniquete de forma paralela. Se debe apuntar la hora en que se ha colocado el instrumento y la víctima será derivada a un centro sanitario, donde el personal capacitado se encargará de retirar el torniquete, si fuese necesario.¹⁶

Si no disponemos de un torniquete, la *ERC* especifica que debemos de hacer compresión directa sobre el punto sangrante con una gasa estéril, una mano enguantada o si fuese posible, un apósito hemostático. El torniquete improvisado, solo debe realizarse como última opción si la presión directa es insuficiente y la persona que está proporcionando primeros auxilios está capacitada para ello.¹⁶

El *Prehospital Trauma Life Support* indica que los torniquetes están indicados cuando la presión directa o el vendaje compresivo no son eficaces para el control del sangrado. Además, las nuevas ediciones del *PHTLS* aclaran que la elevación del miembro afectado y la presión en la raíz del miembro se han dejado de recomendar, ya que no existen suficientes datos como para corroborar su efectividad.¹⁷

Según las guías de procedimientos del SAMUR, si el tiempo de isquemia es superior a 2 horas, el torniquete debe ser retirado por un profesional, quien verificará la ausencia de sangrado y lo sustituirá por un vendaje compresivo. El torniquete por elección de los servicios de urgencias prehospitalarias es el dispositivo CAT®, que ha sido testado previamente en campos de batalla.¹⁸

Las guías del *Advanced Life Trauma Support* recomiendan el uso del torniquete cuando la presión directa sobre la lesión en una extremidad no es suficiente para detener el sangrado, como en fracturas abiertas, heridas de gran tamaño y en amputaciones parciales o totales. La *ATLS* propone el uso del torniquete como primera opción en accidentes de múltiples víctimas o con víctimas de politraumatismos y paradas cardiorrespiratorias.¹⁹

1.6 Modelos de torniquetes

Las generaciones de torniquetes han evolucionado y han mejorado los diseños del mecanismo de acción. El mecanismo de acción de los torniquetes hace referencia al componente que se encarga de generar presión durante el ajuste primario. Algunos de los mecanismos de acción más comunes, son:

- **El molinete.** Se encarga de ejercer presión mediante la torsión de una barra, que transfiere la fuerza a toda la correa circunferencial que rodea la extremidad afectada. Entre los modelos de torniquete que utilizan este mecanismo de acción encontramos el CAT, el SOFT-Y el SAM-XT.²⁰

- **El sistema neumático.** Este mecanismo de acción permite aplicar presión manualmente y de forma más precisa. Se utiliza generalmente en procesos quirúrgicos y es posible controlar la presión ejercida gracias al manguito inflable que compone el torniquete. Algunos ejemplos de este modelo de torniquete son el EMT o los torniquetes automáticos.²⁰
- **El sistema de palanca.** Los torniquetes que utilizan este mecanismo de acción se caracterizan por ejercer presión mediante el estiramiento, la tracción y la envoltura del mismo. La presión aumenta al generar tensión según se va envolviendo el torniquete sobre la extremidad. El torniquete SWAT y RATS son ejemplos de esta modalidad.²⁰

Los torniquetes compuestos por un molinete como mecanismo de acción son altamente comercializados y son la elección de muchos servicios de emergencias y ámbitos militares, como las Fuerzas Armadas estadounidenses. Esto se debe a su alta eficiencia en el control de hemorragias exanguinantes, ya que el molinete ofrece una ventaja mecánica que aumenta la presión del torniquete, además de su durabilidad. Por este motivo, he seleccionado tres modelos de torniquetes que comparten este mecanismo de acción y que son altamente comercializados, con el fin de encontrar el modelo que ofrezca mejores resultados en el control del sangrado.

Imagen 1. Modelos de torniquetes escogidos para el estudio.



Fuente: Evaluación de la generación actual de torniquetes.²¹

- A) CAT®.** Compuesto por una correa de fijación, un molinete de aluminio y un velcro ajustable. Es el torniquete de elección en las Fuerzas Armadas de EE.UU.²¹ y en servicios de emergencias pre hospitalarias como el SAMUR.¹⁸
- B) SAM-XT®.** Compuesto de una correa con orificios que junto a una hebilla generan un sistema

de bloqueo automático para disminuir la holgura. También contiene un molinete para generar más presión.

- C) SOFT-T®.** Compuesto por un sistema de sujeción, una cuña que marca la holgura del propio torniquete y una hebilla más resistente que modelos anteriores.

2. JUSTIFICACIÓN

Las muertes por hemorragias masivas están altamente relacionadas con accidentes traumáticos. Se estima que el 24% de estas muertes pudieron haber sido evitadas con un correcto control del sangrado.¹ El torniquete es una herramienta utilizada en el manejo de las hemorragias exanguinantes y existen múltiples modelos comercializados. La finalidad de este estudio, es determinar si el modelo de torniquete influye en el resultado de control del sangrado.

La bibliografía correspondiente al uso de torniquetes en hemorragias críticas es extensa, sin embargo, existen pocas fuentes con evidencia científica que valoren la efectividad de los torniquetes en función del modelo. Por esta razón, se han seleccionado tres modelos diferentes de torniquetes para participar en la siguiente revisión sistemática. Los motivos de elección de los torniquetes CAT®, SOFT-T® y SAM-XT®, se deben a su alta comercialización y a su uso actual en servicios de emergencias pre hospitalarias y entornos militares. Los torniquetes seleccionados también comparten el mismo mecanismo de ajuste primario.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

Existen diferencias en el control de hemorragias exanguinantes según el modelo de torniquete que se utilice.

3.2 Objetivo principal

Analizar la eficacia de los modelos de torniquete CAT, SAM-XT y SOFT-T en el control del sangrado exanguinante.

3.3 Objetivos secundarios

OS1. Determinar las indicaciones del torniquete.

OS2. Valorar los torniquetes como herramienta para detener el sangrado masivo.

OS3. Analizar las características sociodemográficas de los usuarios que aplican el torniquete en los diferentes estudios.

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos, se realiza una revisión que se ajusta a la declaración PRISMA: una guía diseñada para documentar las revisiones sistemáticas de manera transparente.²²

4.1 Criterios de elegibilidad

Se formulan las preguntas PICO, con el fin de realizar una revisión bibliográfica adecuada. Para ello, se formula una cuestión clínicamente contestable.

4.1.1 Pregunta PICO

- **Pregunta PICO:** ¿Qué torniquete consta de más beneficios en el control del sangrado masivo en extremidades?

Tabla 2. Pregunta PICO

Población	Individuos mayores de 18 años.
Intervención a analizar	Uso del torniquete como herramienta para el control del sangrado.
Comparación	Comparar los beneficios de los torniquetes CAT®, SOFT-T® y SAM®.
Outcome/ Resultados	Valorar que torniquete tiene más beneficios en el control hemorrágico.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Criterios de inclusión y exclusión

a) Criterios de inclusión

- Bibliografía científica publicada entre los años 2013 y 2023.
- Literatura en castellano e inglés.
- Artículos procedentes de fuentes primarias, tales como ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados.

b) Criterios de exclusión

- Bibliografía donde el uso del torniquete haya sido utilizado en cirugías.
- Publicaciones que no se encuentren en bases de datos científicas.
- Artículos de fuentes secundarias.
- Estudios que reflejen el uso de torniquetes en individuos menores de 18 años.
- Investigaciones que no incluyan ninguno de los modelos de torniquete seleccionados (CAT, SAM-XT o SOFT-T).

4.1.3 Fuentes de información y estrategia de la búsqueda

Para la obtención de ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados se utilizaron diferentes bases de datos. La principal fue Pubmed, ya que mediante la búsqueda avanzada se obtuvo un mayor número de publicaciones aptas para el estudio. Para obtener resultados en la búsqueda que sean más específicos, se utilizó el operador booleano "AND". De esta manera, se asocian dos términos y se obtiene un registro donde exista la coincidencia de ambos.

Tabla 3. Estrategia de búsqueda en bases de datos

Bases de datos	Estrategia de búsqueda
PUBMED/SCOPUS/SCIELO	(Tourniquet) AND (Combat Application Tourniquet) (Tourniquet) AND (SAM) (Tourniquet) AND (SOFT) (Tourniquet) AND (Hemorrhage)

Fuente: Elaboración propia.

Las búsquedas en bases de datos son mucho más efectivas cuando se utilizan descriptores de la salud, pero en este caso, al tratarse de una investigación comparativa de tres tipos de torniquetes con nombres comerciales, los resultados han sido más escasos.

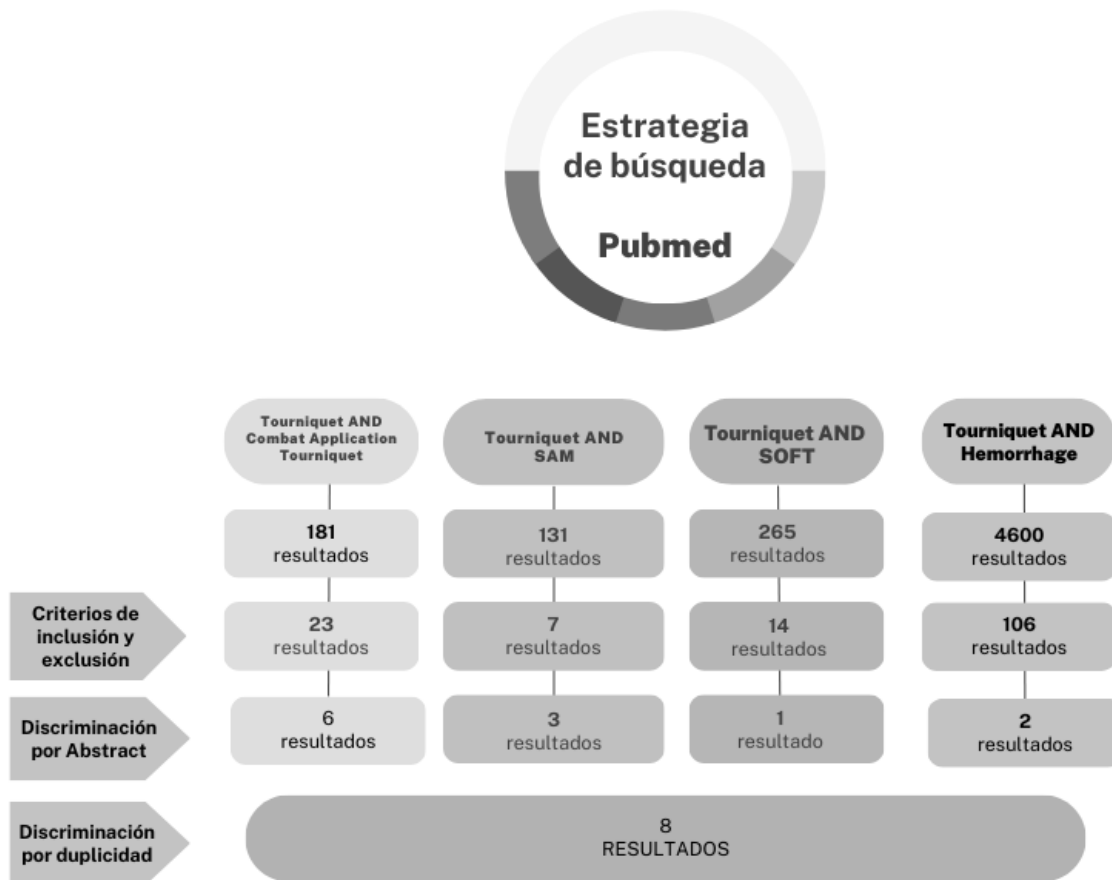
4.1.4 Proceso de Selección de los estudios

Cada conjunto de resultados fue discriminado estrictamente en un proceso de tres fases:

- ❖ **Fase I: Discriminación basándose en los criterios de inclusión y exclusión.**
- ❖ **Fase II: Discriminación por Abstract.**
- ❖ **Fase III: Discriminación por duplicidad.**

En Pubmed se extrajeron un total de 7 fuentes primarias que eran aptas para la revisión. La búsqueda bibliográfica también se realizó en las bases de datos Scopus y Scielo, donde no se obtuvieron estudios que se adaptaran a los criterios de búsqueda y cuyos resultados de búsqueda se redujeron a 0. En el siguiente diagrama de flujo se puede observar el proceso de búsqueda en Pubmed, así como los resultados que se obtuvieron en cada fase de discriminación:

Diagrama de flujo 1. Estrategia de búsqueda en Pubmed.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Artículos aptos para la revisión procedentes de Pubmed.

1	<i>“Una comparación de eficacia, eficiencia y durabilidad en nuevos diseños de torniquetes.”</i> ²¹
2	<i>“Evolución de la generación actual de torniquetes.”</i> ²²
3	<i>“Expectativas incumplidas: el uso de torniquetes de molinete sin capacitación formal produce malos resultados.”</i> ²³
4	<i>“La brecha del torniquete: un estudio piloto de colocación intuitiva de tres tipos de torniquete por laicos.”</i> ²⁴
5	<i>“¿Pueden detener el sangrado? Evaluación de la aplicación de torniquetes por personas con diversos niveles de capacitación previa autoinformada.”</i> ²⁵

6	<i>“Efectividad de las intervenciones educativas para la preparación para el control de hemorragias para personas legas en el Estudio de capacitación sobre torniquetes y acceso público (PATTS): un ensayo clínico aleatorizado.”²⁶</i>
7	<i>“Eficacia del entrenamiento básico de control de sangrado del Colegio Estadounidense de Cirujanos entre personas no profesionales que aplican diferentes tipos de torniquetes: un ensayo clínico aleatorizado”.²⁷</i>
8	<i>“Evaluación de nuevos tipos de torniquetes por la unidad de guerra especial naval israelí.”²⁸</i>

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Extracción de los datos

De cada estudio obtenido que superó los criterios para participar en la revisión sistemática, se extrajeron los siguientes datos:

1. Título
2. Autor
3. Revista
4. Año
5. Tipo de estudio
6. Medio
7. Objetivos
8. Muestra
9. Resultados
10. Conclusiones

4.1.6 Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios

“Los sesgos son los errores que ocurren, generalmente, por problemas metodológicos y, a diferencia de los errores aleatorios, se pueden evitar”.³¹ Para la evaluación del sesgo, se lleva a cabo el cuestionario CASPe para valorar la calidad metodológica de los ensayos controlados aleatorizados utilizados durante la revisión sistemática.³² Se puede encontrar el cuestionario CASPe completo en los Anexos del trabajo.

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran diversas tablas que recogen los aspectos más importantes de la revisión de cada artículo incluido en el trabajo.

Tabla 5. Artículo n.º 1.

Título	<i>“Una comparación de eficacia, eficiencia y durabilidad en nuevos diseños de torniquetes.”</i>
Autor	Treager, Christopher LT, MC, USN; Lopachin, Tyler LT, MC, USN; Mandichak, Sally LT, MC, USN; Kinney, Bradley LCDR, MC, USN; Bohan, MeganBS; Boboc, Michael BS; Vaya, Christian ENS, MC, USN; Friedrich, Emily PhD; Stuart, Sean LCDR, MC, USN
Revista	The journal of Trauma and Acute Care Surgery.
Año	2021.
Tipo de estudio	Ensayo cruzado aleatorizado de tres fases.
Medio	Civil.
Objetivos	Realizar una comparación entre el Torniquete de Aplicación de Combate, el Torniquete Mecánico Táctico y el SOF Tactical Toruniquet con el fin de valorar la eficacia, eficiencia y durabilidad de cada uno de ellos.
Muestra	36 participantes certificados en Trauma Combat Casualty Care.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • En la aplicación de torniquetes en el brazo, el torniquete CAT y el TMT tuvieron tasas de fallo menores que el SOFT-T (5,56 %, 19,44 %, 58,33 %, respectivamente). El torniquete más efectivo en cuanto a rapidez de colocación fue el CAT (37,8 segundos), seguido del SOFT-T (63,07 segundos) y finalmente el TMT (65,01 segundos). • En cuanto a la aplicación en la pierna, el CAT obtuvo menor índice de fallo en comparación con el SOFT-T y el TMT (27,78 %, 44,44 %, 61,11 %). El tiempo de aplicación fue significativamente menor con el CAT, seguido del SOFT-T y finalmente el TMT (8,33 segundos, 34,5 segundos, 40,96 segundos). • En la última fase del ensayo, no existieron diferencias significativas en

	las tasas de fracaso de los tres torniquetes (34,29 %, 42,86 %, 45,45 %)
Conclusiones	El torniquete CAT resultó ser tan efectivo como el TMT y más efectivo que el SOFT-T. También fue el torniquete CAT el que demostró tiempos de aplicación más cortos. No hubo diferencias significativas entre los tres modelos de torniquetes a la hora mantener la ausencia de pulso distal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Artículo n.º 2.

Título	<i>“Evolución de la generación actual de torniquetes.”</i>
Autor	Shimon Katsnelson, Jessie Oppenheimer, Rafi Gerrasi, Ariel Furer, Linn Wagnert-Avraham, Arik Eisenkraft, Decano Nachman.
Revista	Military Medicine.
Año	2020.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Medicina militar.
Objetivos	Evaluar la efectividad del CAT-7, SAM-XT y SOFTT-W así como su correlación al grado de holgura de cada uno.
Muestra	60 cadetes de medicina militar.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • La presión media aplicada fue superior con los torniquetes SAM-XT y CAT7 (186 mmHg y 175 mmHg, respectivamente) en comparación con el SOFTT-W (104 mmHg). • La tasa de control del sangrado fue similar con SAM-XT (73,3%) y CAT7 (67,7%). Ambos valores fueron significativamente mejores que SOFTT-W (35%). • La holgura fue parecida entre CAT7 y SAM-XT (5,2mm y 5mm) pero significativamente menor en comparación con SOFTT-W (9mm). • Se encontró una amplia correlación negativa entre la tasa de control del sangrado frente a la holgura y la presión aplicada.

Conclusiones	Los torniquetes que ejercieron una mejor presión y tasa de control de hemorragias fueron SAM-XT y CAT7 en comparación con SOFTT-W, sin diferencias significativas entre ambas. Una menor holgura en la aplicación de torniquetes supuso un mejor resultado.
---------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Artículo n.º 3.

Título	<i>“Expectativas incumplidas: el uso de torniquetes de molinete sin capacitación formal produce malos resultados.”</i>
Autor	Dennis, Andrew DO; Bajani, Francesco MD; Schlanser, Victoria DO; Tatebe, Leah C. MD; Impens, Ann PhD; Ivkovic, Katarina MA; Li, Anqi BS; Pickett, Thomas BS; Mayordomo, Caroline MD; Kaminsky, Mateo MD; Messer, Thomas MD; Starr, Federico MD; Mis, Justin RN; Bokhari, Faran MD.
Revista	The journal of Trauma and Acute Care Surgery.
Año	2019.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Civil.
Objetivos	Determinar si los legos pueden aplicar con éxito uno de los tres torniquetes disponibles comercialmente (SAM-XT, CAT y SOFT-T) con una capacitación previa mínima.
Muestra	150 estudiantes preclínicos de ciencias de la salud.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ● De los 150 estudiantes, 55 utilizaron SAM-XT, 46 CAT y 49 SOFT-T de forma aleatoria. La supervivencia media global de la simulación para el uso de torniquetes fue inferior al 66% (65 %, 72 %, 61 %, respectivamente). ● La presión media aplicada en los casos de supervivencia fueron de 319 mmHg con SAM-XT, 315 con CAT y 329 con SOFT-T. La media de tiempo para detener la hemorragia fue de 91, 70 y 77 segundos respectivamente. ● El torniquete que logró una menor pérdida sanguínea fue el SOFT-T con 433 ml, seguido de CAT con 624 ml y finalmente SAM-XT con 686

	<p>ml).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los 16 participantes que tenían experiencia previa colocaron con éxito el torniquete en comparación con los 131 participantes primerizos.
Conclusiones	La aplicación de torniquetes sin formación previa supone un riesgo de fallo peligrosamente elevado. Los torniquetes que se utilizan en la actualidad contienen instrucciones adjuntas, que en determinados casos resultan insuficientes en personas que no han practicado previamente con ellos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Artículo nº 4.

Título	<i>“La brecha del torniquete: un estudio piloto de colocación intuitiva de tres tipos de torniquete por laicos”.</i>
Autor	Elliot M Ross, Julián G Mapp, Teodoro T. Redman, Derek J Brown, Chetan U Kharod, David A Wampler
Revista	The journal of Emergency Medicine.
Año	2017.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Civil.
Objetivos	Determinar que tipo de torniquete era el más intuitivo para que un lego lo aplicara correctamente.
Muestra	198 participantes sin formación en la aplicación de torniquetes.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Las tasas de aplicación exitosa fueron del 16,9% con el torniquete CAT, del 23,4% con el RMT y del 10,6% con el SWAT-T. • Las causas frecuentes de fallo a la hora de aplicar el torniquete fueron: ajuste inadecuado (74,1%), técnica incorrecta de colocación (44,4%) y posicionamiento incorrecto (16,7%).
Conclusiones	El estudio demostró que existen altas tasas de fracaso a la hora de aplicar torniquetes por personas sin experiencia previa. Se encontró necesario reforzar la educación comunitaria para el uso de torniquetes por parte del

	público lego.
--	---------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Artículo nº 5.

Título	<i>¿“Pueden detener el sangrado? Evaluación de la aplicación de torniquetes por personas con diversos niveles de capacitación previa autoinformada.”</i>
Autor	Justin C McCarty, Edward J Caterson, Muhammed A Chaudhary, Juan P Herrera Escobar, Zain G Hashmi, scott un goldberg, craig goolsby, Stuart Lipsitz, Adil H. Haider, Eric Goralnick
Revista	International Journal of the Care of the Injured.
Año	2018.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Civil.
Objetivos	Evaluar la efectividad de los legos en la colocación de torniquetes con previo entrenamiento autoinformado en primeros auxilios o control de hemorragias.
Muestra	317 legos.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • De los 317 participantes, el 14.4% no tenía entrenamiento previo en primeros auxilios, el 25,2% estaba formado en primeros auxilios y el 35,8% estaba formado en control de hemorragias y primeros auxilios. • Aquellos que tenían formación en primeros auxilios, tenían probabilidades 2,12 más altas de acertar colocando un torniquete. Las probabilidades aumentaban a un 3,50 cuando los participantes estaban formados en primeros auxilios y control del sangrado. • Tan solo $\frac{1}{3}$ de los participantes que estaban previamente autoinformados en primeros auxilios y control de hemorragias logró colocar correctamente el torniquete.
Conclusiones	El estudio contemplaba que el hecho de estar previamente formado en primeros auxilios y control de hemorragias se asociaba a una mayor probabilidad de poder aplicar correctamente un torniquete, no obstante, los resultados demostraron que tan solo $\frac{1}{3}$ fue capaz. Se muestra la importancia

	de utilizar técnicas adecuadas de educación a civiles en primeros auxilios.
--	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Artículo nº 6.

Título	<i>“Efectividad de las intervenciones educativas para la preparación para el control de hemorragias para personas legas en el Estudio de capacitación sobre torniquetes y acceso público (PATTS): un ensayo clínico aleatorizado.”</i>
Autor	Eric Goralnick, Muhammad A Chaudhary , Justin C McCarty , Edward J Caterson, Scott un Goldberg, Juan P Herrera Escobar, Meghan Mcdonald, Stuart Lipsitz, Adil H. Haider.
Revista	Cirugía JAMA.
Año	2018.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Civil.
Objetivos	Evaluar la correcta aplicación de torniquetes mediante el uso de diversas intervenciones en el punto de atención y un curso básico de control del sangrado.
Muestra	465 legos.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ● El curso básico de control de sangrado tuvo una mejor tasa de aplicaciones correctas del torniquete (87,7%) en comparación con los participantes que no recibieron el curso, pero que obtuvieron ayuda de audioguías o tarjetas informativas (16,3%). ● No hubo una diferencia significativa en la aplicación exitosa del torniquete entre el kit de audio (23%) y la tarjeta informativa (19,7%). ● El tiempo de aplicación del torniquete fue menor en aquellos participantes que habían recibido el curso del control de sangrado, con una media de 43 segundos. Aquellos que utilizaron un kit de audio tardaron una media de 72,5 segundos y aquellos que utilizaron las tarjetas tardaron una media de 59 segundos. ● Entre el 80% y el 89% de casos en que se aplicó incorrectamente el

	<p>torniquete, se atribuyó la causa a que estaba aplicado demasiado flojo.</p> <ul style="list-style-type: none"> De los 465 participantes, 303 participaron en las pruebas de retención de conocimientos realizadas de 3 a 9 meses tras el entrenamiento. Tan solo el 54,5% de los participantes logró colocar correctamente el torniquete.
Conclusiones	Se obtuvo que la capacitación práctica en el control del sangrado resulta el método más eficaz para el uso de torniquetes. Existe una disminución significativa en las habilidades a la hora de aplicar un torniquete pasados varios meses tras la formación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Artículo nº 7.

Título	<i>“Eficacia del entrenamiento básico de control de sangrado del Colegio Estadounidense de Cirujanos entre personas no profesionales que aplican diferentes tipos de torniquetes: un ensayo clínico aleatorizado”.</i>
Autor	Justin C McCarty , Zain G Hashmi, Juan P Herrera Escobar, Elzerie de Jager, Mohamed Ali Chaudhary, Stuart R. Lipsitz, Molly Jarman, Edward J Catterson, Eric Goralnick.
Revista	Good Clinical Practice Network.
Año	2018.
Tipo de estudio	Ensayo controlado aleatorizado.
Medio	Civil.
Objetivos	Evaluar si los participantes que han sido formados con el entrenamiento básico de control de sangrado propuesto por el American College of Surgeons son capaces de aplicar de forma efectiva diversos torniquetes comerciales.
Muestra	102 participantes entrenados previamente para aplicar torniquetes en el control del sangrado.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> Los participantes aplicaron correctamente en el 92,2% de los casos el torniquete CAT, que había sido utilizado previamente para formarles en

	<p>la aplicación de torniquetes en el control de hemorragias exanguinantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El torniquete táctico de las fuerzas de operaciones especiales supuso un 68,6 % de éxito, seguido del torniquete de estirar y envolver, 11,8 y el sistema de torniquete de aplicación rápida, 11,8 % • El torniquete improvisado consiguió lograr un porcentaje de 32,4% de éxito. • El torniquete CAT consiguió un mejor control del sangrado y una menor pérdida sanguínea, ya que el resto de torniquetes utilizados en el estudio ejercieron menos presión y tardaron más en ser aplicados.
Conclusiones	<p>El estudio demostró que el torniquete CAT, utilizado en formaciones del control del sangrado, es realmente útil en casos reales. No obstante, el resto de torniquetes, que son comerciales y a los que pueden acceder los transeúntes en casos de primeros auxilios, no son tan efectivos en comparación con el Combat Application Tourniquet.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Artículo n.º 8.

Título	<i>“Evaluación de nuevos tipos de torniquetes por la unidad de guerra especial naval israelí.”</i>
Autor	Eitán Heldenberg, Shahar Aharony, Tamir Lobo y Tali Vishne.
Revista	Disaster and Military Medicine.
Año	2015.
Tipo de estudio	Estudio observacional prospectivo.
Medio	Militar.
Objetivos	Evaluar la simplicidad de la técnica de aplicación, la comodidad de autoaplicación, la comodidad de almacenamiento, la simplicidad general del dispositivo y el dolor durante la aplicación de los torniquetes CAT, SOFT-T y el IRT.
Muestra	23 participantes que forman parte del equipo de combate (11 socorristas y 12 médicos).

<p>Resultados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El torniquete CAT fue el más rápido en colocarse en el brazo y en la autoaplicación del torniquete, seguido del SOFT-T y finalmente el IRT (4,6±0,6, 4,0±1,0, 2,1±1,0, respectivamente) • El torniquete CAT y SOFT-T fueron los más rápidos cuando se aplicaron en las piernas (19 ± 7 segundos y 24 ± 7 segundos), a diferencia del IRT, que prácticamente duplicó el tiempo (53 ± 23 segundos). • La tasa de fracaso en la aplicación de torniquetes en el muslo fue menor con CAT (22%), seguido de SOFT-T (23%) e IRT (38%). • La tasa de fallo en la aplicación de torniquetes en el brazo fue menor con SOFT-T (6%), seguido de CAT (10%) • La tasa de fallo en la autoaplicación de los torniquetes fue menor con CAT (14%), seguido de SOFT-T (20%)
<p>Conclusiones</p>	<p>Los torniquetes CAT y SOFT-T fueron más efectivos. La mayoría de participantes expresó su preferencia por el torniquete CAT, no obstante, ningún hallazgo indicó que existiese una superioridad significativa frente al SOFT-T. El agua no supuso resultados negativos en la tasa de fallo para aplicaciones secas o húmedas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

6. DISCUSIÓN

A través de la hipótesis se exponía la siguiente cuestión:

¿Influye el modelo de torniquete en la tasa de supervivencia de hemorragias exanguinantes? Para poder responder a esta cuestión en toda su globalidad, he generado un diagrama de flujo que recoge los diversos aspectos que se han tenido en cuenta para valorar los diversos modelos de torniquetes.

Diagrama de flujo n.º 2. Parámetros estudiados.



Fuente: Elaboración propia.

Primeramente, teniendo en cuenta los diversos estudios, se ha podido observar que el torniquete CAT ofrece generalmente unos resultados más positivos que el resto de torniquetes. En términos de **tiempo de aplicación**, el torniquete CAT logró ser el más rápido, como podemos observar en el ensayo de Treager²² y en el ensayo de Dennis²⁴. No obstante, la variación en el tiempo de aplicación, está claramente relacionada con la formación previa que tengan los participantes. En el primer ensayo, el tiempo de aplicación del CAT es de 8,33 segundos en brazos y 37,8 segundos en piernas y los participantes tenían experiencia clínica previa. En cambio, en el segundo estudio, la aplicación del mismo torniquete tiene una media de 70 segundos, ya que los participantes carecían de

formación previa. En este mismo ensayo, SAM-XT es el torniquete que más tiempo tarda en aplicarse, con una media de 91 segundos. El estudio de Heldenberg²⁹, refleja datos con los que llegamos a la misma conclusión; el torniquete CAT es el que más rápidamente se aplica.

A continuación, valorando las **tasas de fallo**, podemos observar que, de nuevo, el CAT es el torniquete que ofrece mejores resultados. En el ensayo de Treager²², la tasa de fallo del CAT en brazos y piernas es la más baja (5,56% y 27,8%, respectivamente), en comparación con el SOFT-T (58,33% y 34,5%, respectivamente). En el estudio de Heldenberg²⁹, los resultados en la tasa de fallos muestran menos diferencia significativa entre ambos torniquetes, mostrando resultados similares. Cabe destacar de este último proyecto, que el torniquete CAT muestra un menor porcentaje de fallo en la **autoaplicación** del mismo (14%) aunque, de nuevo, no hay una diferencia altamente relevante con el SOFT-T (20%).

La **presión** que ejercen los torniquetes es fundamental para garantizar que la hemorragia exanguinante cese y exista ausencia del pulso distal. En el ensayo de Katsnelson²³, podemos observar que tanto SAMX-T como CAT ejercen presiones similares entre ellas y algo superiores a la que ejerce el SOFT-T. No obstante, en el ensayo propuesto por Dennis²³, las variaciones de presión entre los tres modelos no son significativas.

Un aspecto relacionado con la presión de los torniquetes es la **holgura** que existe en la correa de fijación del torniquete una vez aplicado. En el ensayo de Katsnelson²³, podemos observar que el torniquete SOFT-T es el que presenta una mayor holgura (9 mm), un dato significativamente superior comparado con CAT y SAM-XT (5,2 mm y 5 mm, respectivamente). Una menor holgura está directamente relacionada con un mejor resultado del torniquete.

Seguidamente, teniendo en cuenta los tiempos medios de aplicación y la presión de cada torniquete, podemos valorar la relación que existe con la **pérdida del volumen sanguíneo**. El ensayo de Dennis²⁴ refleja estos datos, siendo el torniquete SAM-XT el que supuso un mayor tiempo de aplicación y, por tanto, una mayor pérdida sanguínea. El torniquete SOFT-T logró una menor pérdida de sangre, ya que aunque tenía tiempos similares de aplicación que el CAT, fue el que ejerció más presión de los tres.

Respecto a las **tasas del control del sangrado**, el estudio de Katsnelson²³ muestra que los resultados eran similares y superiores con SAM-XT (73,3%) y CAT (67,7%) frente a SOFT-T (35%). Estas tasas son significativamente más altas en el estudio de McCraty²⁸, donde los participantes estaban previamente formados en el control de hemorragias. El torniquete CAT supuso una tasa de éxito del (92,2%), seguida de SOFT-T, aunque con resultados algo inferiores (68,6%).

En el ensayo de Dennis²⁴, la **supervivencia media global** era similar entre los tres modelos, destacando al CAT, que tenía ligeros resultados superiores. No obstante, estos datos evidencian que

menos del 66% de los participantes fueron los que lograron superar con éxito la simulación. Esto se debe a que las instrucciones que acompañan los kits de torniquetes, resultan insuficientes. Los datos son aún más alarmantes en el ensayo de Ross²⁵, donde tan solo el (16,9%) de los legos conseguía colocar con éxito el torniquete CAT.

Es fundamental conocer las **causas comunes de fallo** en la colocación de los torniquetes, para así poder buscar soluciones que se ajusten a estos errores. En el ensayo de Ross²⁵ podemos observar que la causa más frecuente de disfuncionalidad del torniquete, es el ajuste inadecuado del mismo, seguido de una técnica incorrecta de colocación y de un posicionamiento erróneo. El ensayo de Goralnick²⁷ concuerda con la primera causa de fallo, pues en su investigación se evidenció que la causa que se atribuía a las colocaciones incorrectas del torniquete, era la flojedad del mismo.

Estos errores fuera de una simulación clínica pueden significar que se origine un shock hemorrágico y posteriormente, la muerte de una víctima. Por este motivo, se han incluido diversas publicaciones en la revisión que muestran datos relevantes sobre la **educación a la población** en el control del sangrado. Por ejemplo, en el ensayo de Goralnick²⁷ observamos que la formación básica en el control del sangrado, supuso que el (87,7%) de los participantes aplicaran correctamente un torniquete. La formación clínica supuso un menor tiempo de aplicación de torniquetes, otro elemento positivo a tener en cuenta. Otras alternativas al curso formativo eran audioguías e instrucciones visuales incluidas en los packs de torniquetes. Ambas opciones tuvieron resultados considerablemente bajos. Tras el estudio inicial, se realizó una prueba de reconocimientos retenidos entre los 3 y 9 meses posteriores. En esta prueba, se verificó que tan solo el (54,5%) de los participantes, recordaba como colocar correctamente el torniquete.

En otras investigaciones, como las de Zwislewski³⁰, se valora la mejor forma de capacitar a la población en el control del sangrado. Se concluye que la capacitación presencial y práctica también es la mejor forma hacerlo.

Paralelamente, otro ensayo presentado por McCarty²⁸ muestra que la población que ha sido formada en primeros auxilios tiene probabilidades (2.12) más altas de saber aplicar un torniquete y aquellos que han sido formados en primeros auxilios y en control del sangrado, tienen probabilidades (3.5) superiores. No obstante, en este estudio, tan solo 1/3 de los participantes que tenían formación previa lograron colocar correctamente un torniquete.

Para finalizar, me gustaría destacar, de nuevo, la relevancia de la correcta educación sanitaria a la población. Como podemos visualizar en los anteriores estudios, no solo es importante el método que se utilice para enseñar a los legos, sino que, además, es de vital importancia tener un seguimiento de los conocimientos que adquiere la población. De esta forma, se entiende que la enseñanza debería reforzarse periódicamente para así conseguir resultados más positivos en el futuro.

7. CONCLUSIONES

- De los tres torniquetes propuestos en el estudio, destaca principalmente el modelo CAT, pues en comparación con los otros modelos, ofrece una serie de resultados significativamente mejores. En algunos de los ítems en los que se ha valorado a los tres torniquetes, se ha podido observar que los resultados del CAT son muy similares a los del SAM-XT, aunque se debe mencionar que el primero tiene resultados ligeramente superiores en general, tanto en personal previamente formado como en usuarios sin formación. El torniquete SOFT-T, ha obtenido peores resultados en las investigaciones, siendo el menos efectivo de los tres modelos.
- El torniquete está indicado como primera opción en el control de hemorragias potencialmente mortales en extremidades. El tiempo de aplicación del torniquete, según indica la evidencia, debe ser inferior a 2 horas, para evitar cambios fisiopatológicos significativos en el tejido.
- Se ha podido valorar que los torniquetes son eficaces en el control del sangrado exanguinante, puesto que ocluyen el músculo y otros tejidos adyacentes a las arterias de las extremidades. De esta forma, las arterias colapsan y se interrumpe la pérdida masiva de sangre.
- La efectividad de los tres torniquetes es significativamente inferior cuando lo aplican usuarios sin formación previa, es decir, personal no formado en estudios sanitarios. La supervivencia media disminuye claramente cuando los usuarios no están formados en control del sangrado o en primeros auxilios. Los fallos en la eficacia del torniquete están relacionados con la formación previa que tengan los usuarios, puesto que las causas más comunes de su ineficacia son el ajuste inadecuado del mismo y las técnicas incorrectas de colocación.

Respondiendo a la hipótesis del trabajo: se confirma que existen diferencias significativas en el control del sangrado en función del modelo de torniquete que se utilice.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera S. NOTA DE PRENSA [Internet]. (2021) [citado 08 Enero 2023]. Disponible en: <https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2021/03/NdP-Bases-para-evitar-muertes-por-hemorragia-critica-traumatica.pdf>
2. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel Basic Management Plan for Care Under Fire/Threat [Internet]. (2021). [citado 08 Enero 2023] Disponible en: <https://learning-media.allogy.com/api/v1/pdf/1045f287-baa4-4990-8951-de517a262ee2/contents>
3. González Alonso V, Usero Pérez MC, Orbañanos Peiro L, Colmenar Jarillo G, Gómez Crespo JM, Hossain López S. ¿Mejora el torniquete la supervivencia del combatiente en zonas en conflicto? Sanidad Militar [Internet]. (2015) [cited 2023 Jan 6];71(1):22–8. Available from: https://scielo.jscii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712015000100004
4. García BM. “Nueva valoración inicial al paciente con trauma grave: del ABCDE al XABCDE” [Internet]. (2020) [citado el 6 de enero de 2023]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/144101/TFG_MorenoGarcia_ValoracionInicialTraumaGrave.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Derrickson, B. Fisiología Humana (1.ª ed.). Editorial Médica Panamericana S.A. De C.V. [Internet] (2018) [citado el 6 de enero de 2023].
6. Fisiología Humana (4.ª ed.). MCGRAW HILL EDUCATION. [Internet] (2022) [citado el 6 de enero de 2023].
7. Flores rivera, O. I., Ramírez Morales, K., Meza Mázquez, J. M., & Nava López, J. A. *Fisiología de la coagulación*. Medigraphic. [Internet] (2014, Diciembre). [citado el 8 de enero de 2023]. Disponible en : <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2014/cmas142c.pdf>
8. García-Alonso I. Capítulo 4 HEMORRAGIA [Internet]. Ehu.es. [citado el 23 de mayo de 2023].
22. Treager C, Lopachin T, Mandichak S, Kinney B, Bohan M, Boboc M, et al. A comparison of efficacy, efficiency, and durability in novel tourniquet designs. J Trauma Acute Care Surg [Internet]. 2021[citado el 16 de enero de 2023];91(2S Suppl 2):S139–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000003216>
23. Katsnelson S, Oppenheimer J, Gerrasi R, Furer A, Wagnert-Avraham L, Eisenkraft A, et al. Assessing the current generation of tourniquets. Mil Med [Internet]. 2020 [citado el 16 de enero de 2023];185(3–4):e377–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/milmed/usz392>
24. Dennis A, Bajani F, Schlanser V, Tatebe LC, Impens A, Ivkovic K, et al. Missing expectations: Windlass tourniquet use without formal training yields poor results. J Trauma Acute Care Surg [Internet]. 2019 [citado el 16 de enero de 2023] ;87(5):1096–103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/ta.0000000000002431>
25. Ross EM, Mapp JG, Redman TT, Brown DJ, Kharod CU, Wampler DA. The tourniquet gap: A pilot study of the intuitive placement of three tourniquet types by laypersons. J Emerg Med [Internet]. 2018 [citado el 16 de enero de 2023];54(3):307–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2017.09.011>
26. McCarty JC, Caterson EJ, Chaudhary MA, Herrera-Escobar JP, Hashmi ZG, Goldberg SA, et al. Can they stop the bleed? Evaluation of tourniquet application by individuals with varying levels of prior self-reported training. Injury [Internet]. 2019 [citado el 16 de enero de 2023]; 50(1):10–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2018.09.041>
27. Goralnick E, Chaudhary MA, McCarty JC, Caterson EJ, Goldberg SA, Herrera-Escobar JP, et al. Effectiveness of instructional interventions for hemorrhage control readiness for laypersons in the public access and

- Disponible en: <http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/OfertaDocte/PatologiaQuirurgica/Contenidos/Apoyo/Cap%204%20La%20hemorragia.pdf>
9. Colegio Americano de Cirujanos. *ATLS Manual del Curso para Estudiantes*. Reanimación y vía aérea. [Internet] (2012) [citado 2023-01-08]. Disponible en: https://viaaerearcp.files.wordpress.com/2017/02/atls_9a_ed-librosmedicospdf-net1.pdf
 10. Gutierrez, G., Reines, H. & Wulf-Gutierrez, ME Revisión clínica: shock hemorrágico. [Internet] (2004) [citado 2023-01-08], Crit Care 8 , 373. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15469601/>
 11. Andrea Sánchez Miguel & Maria A Perez Herrero. Recomendaciones actuales en el manejo de la hemorragia masiva. DOAJ: Directory of Open Access Journals [Internet] (2018) [citado 2023-01-08]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8425768>
 12. Rossaint, R., Afshari, A., Bouillon, B. *et al.* La guía europea sobre el manejo de hemorragias mayores y coagulopatías después de un traumatismo: sexta edición. *Cuidado crítico* 27 , 80 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04327-7>
 13. Orozco, J. C. La tríada de la muerte en trauma. *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica*. [Internet] (2010, 4 agosto) [citado 2023-01-08] Disponible en : <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/medica/artic/view/7883>
 14. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, Shackelford SA, Bebartá VS, Wright FL, et al. The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation. *Am J Emerg Med* [Internet]. (2021) [citado 2023-01-08];41:104–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735675720311852>
 15. Perkins GD, Graesner J-T, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021 Resumen ejecutivo [Internet]. Semicyuc.org. tourniquet training study (PATTS): A randomized clinical trial. *JAMA Surg* [Internet]. 2018 [citado el 16 de enero de 2023]; 153(9):791. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2018.1099>
 28. McCarty JC, Hashmi ZG, Herrera-Escobar JP, de Jager E, Chaudhary MA, Lipsitz SR, et al. Effectiveness of the American college of surgeons bleeding control basic training among laypeople applying different tourniquet types: A randomized clinical trial. *JAMA Surg* [Internet]. 2019 [citado el 16 de enero de 2023];154(10):923. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2019.2275>
 29. Heldenberg E, Aharony S, Wolf T, Vishne T. Evaluating new types of tourniquets by the Israeli Naval special warfare unit. *Disaster Mil Med* [Internet]. 2015 [citado el 16 de enero de 2023];1(1):1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/2054-314X-1-1>
 30. Zwislewski A, Nanassy AD, Meyer LK, Scantling D, Jankowski MA, Blinstrub G, et al. Practice makes perfect: The impact of Stop the Bleed training on hemorrhage control knowledge, wound packing, and tourniquet application in the workplace. *Injury* [Internet]. 2019 [citado el 21 de mayo de 2023];50(4):864–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30967272/>
 31. Zurita-Cruz Jessie Nallely, Villasis-Keever Miguel Ángel. Principales sesgos en la investigación clínica. *Rev. alerg. Méx.* [revista en la Internet]. 2021 Dic [citado 2023 Mayo 15] ; 68(4) : 291-299. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902021000400291&lng=es. Epub 08-Abr-2022. <https://doi.org/10.29262/ram.v68i4.1003>.
 32. Redcaspe – Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español [Internet]. Redcaspe.org. [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://redcaspe.org/>
 33. Resources poster booklet [Internet]. Stop The Bleed. [citado el 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.stopthebleed.org/resources-poster-boo>

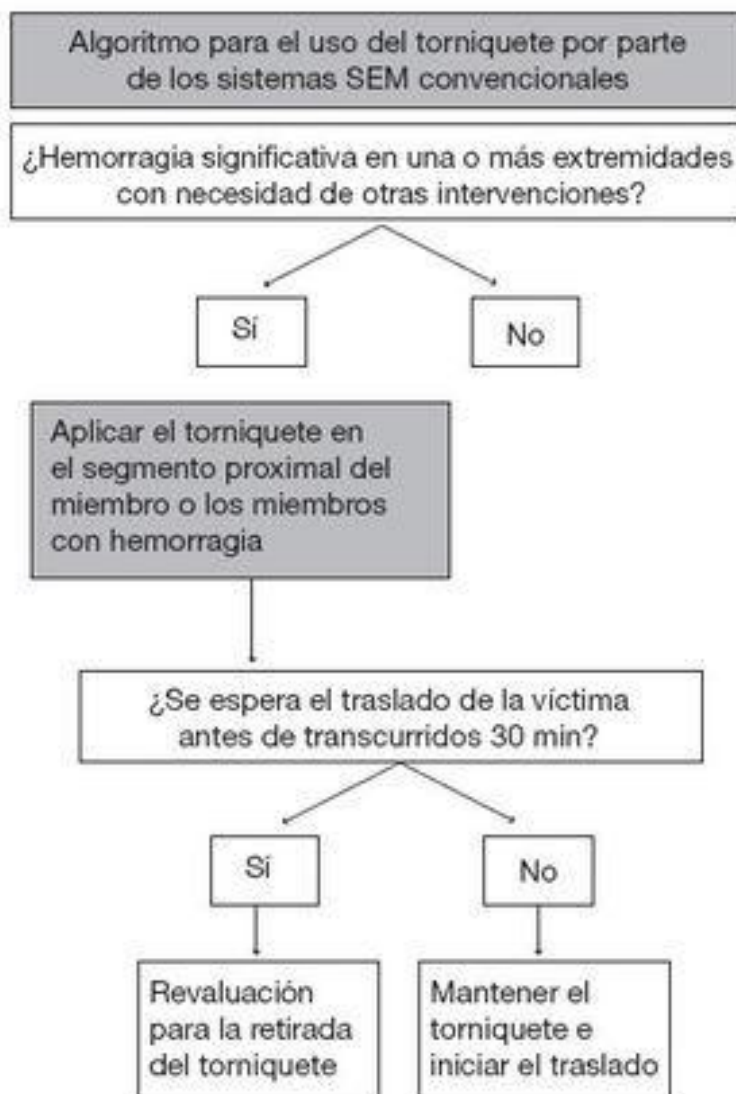
- (2021) [citado el 10 de enero de 2023]. Disponible en: <https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2021/09/RCP-Guias-ERC-2021-01-Resumen-Traduccion-oficial-CERCP.pdf>
16. National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT). PHTLS. Soporte Vital básico y avanzado en el trauma prehospitalario. 8ª ed. EEUU: Jones & Bartlett Learning; 2015.
17. *Manual de Procedimientos. SAMUR Protección Civil*. [Internet] (2023) [citado 15 Enero 2023]; Disponible en: <https://www.madrid.es/ficheros/SAMUR/index.html>
18. American College of Surgeons. Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support: ATLS: Student Course Manual*. American College of Surgeons. [Internet] (2018). [citado 15 Enero 2023];
19. Antúñez-Montes, O. Y. *Torniquetes: ¿cómo clasificarlos? Propuesta de clasificación de acuerdo con su mecanismo de acción y sitio de aplicación | Revista de Educación e Investigación en Emergencias*. [Internet] (2019) [citado 15 Enero 2023]; Disponible en: https://www.medicinadeemergencias.com/frame_esp.php?id=17
20. Katsnelson S, Oppenheimer J, Gerrasi R, Furer A, Wagnert-Avraham L, Eisenkraft A, et al. Assessing the current generation of tourniquets. *Mil Med* [Internet]. (2020) [citado 15 Enero 2023];185(3–4):e377–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/milmed/usz392>
21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2021 [citado el 16 de enero de 2023]; 74(9):790–9. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>
34. Doyle GS, Tailac PP. Los torniquetes: una revisión de sus indicaciones actuales con propuestas para la ampliación de su uso en el contexto prehospitalario. *Prehosp Emerg Care* [Internet]. 2008 [citado el 20 de mayo de 2023];1(4):363–82. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-prehospital-emergency-care-edicion-espanola--44-articulo-los-torniquetes-una-revision-sus-13130845>
35. ASPECTOS DESTACADOS Actualización detallada para primeros auxilios del 2020 de la American Heart Association y la American Red Cross [Internet]. Urgencias y Emergencias. Elena Plaza Moreno - Urgencias y Emergencias; 2020 [citado el 20 de mayo de 2023]. Disponible en: https://www.urgenciasyemergen.com/sdm_downloads/aspectos-destacados-actualizacion-detallada-para-primeros-auxilios-del-2020-de-la-american-heart-association-y-la-american-red-cruz/

9. ANEXOS

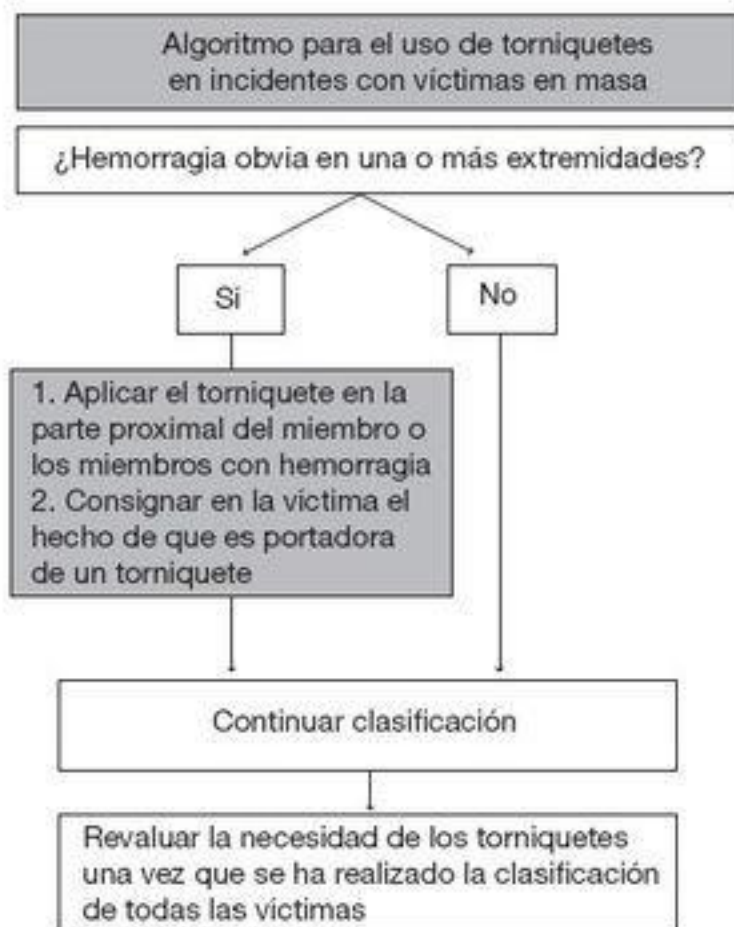
Infografía 1. Algoritmo del control del sangrado propuesto por *Stop the Bleed*.³³



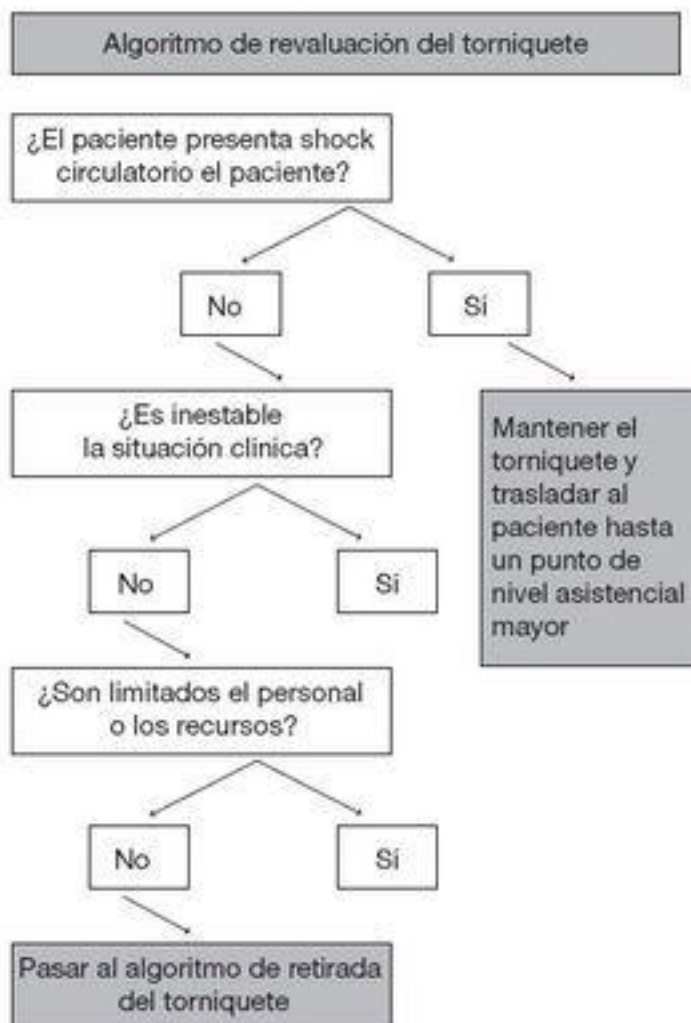
Infografía 2. Algoritmo para el uso del torniquete por parte de los servicios de emergencias médicas convencionales.³⁴



Infografía 3. Algoritmo para el uso de torniquetes en incidentes con múltiples víctimas.³⁴



Infografía 4. Algoritmo de reevaluación del torniquete.³⁴



Infografía 5. Algoritmo de retirada del torniquete.³⁴

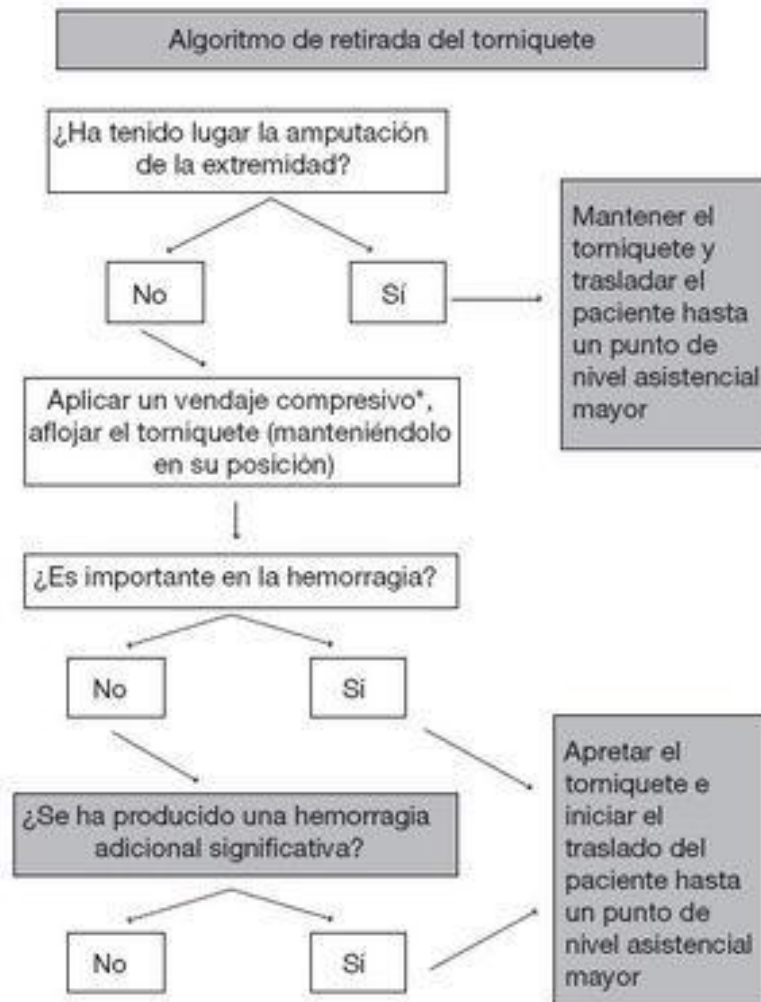


Tabla 13. Actualización detallada para primeros auxilios del 2020 de la *American Heart Association* y la *American Red Cross*.³⁵

Control de hemorragias potencialmente mortales
<ul style="list-style-type: none"> ● Se debe utilizar un torniquete fabricado como el tratamiento de primera línea en el caso de hemorragias potencialmente mortales en extremidades y se debe colocar lo más pronto posible tras ocurrida la lesión.
<ul style="list-style-type: none"> ● Si no hay un torniquete comercial disponible en el momento o si el torniquete comercial aplicado de forma correcta no detiene la hemorragia, se debe aplicar presión manual directa, con el uso de apósitos hemostáticos si están disponibles, para tratar una hemorragia potencialmente mortal en una extremidad.
<ul style="list-style-type: none"> ● En el caso de las personas con hemorragias externas potencialmente mortales, se debe aplicar presión manual directa para detener inicialmente la hemorragia en el caso de heridas que no se puedan tratar mediante el uso de un torniquete o cuando no se disponga de un torniquete comercial de manera inmediata.
<ul style="list-style-type: none"> ● Si hay un apósito hemostático disponible, puede ser muy útil como un tratamiento complementario a la presión manual directa para el tratamiento de una hemorragia externa potencialmente mortal.
<ul style="list-style-type: none"> ● Por qué: Las versiones anteriores de las guías brindaban recomendaciones para el control de las hemorragias. Esta actualización detallada del 2020 presenta nuevas recomendaciones para el grupo de personas que sufren hemorragias potencialmente mortales asociadas con una pérdida rápida de sangre.

Fuente: American Heart Association y la American Red Cross.³⁵

Tabla 14. Cuestionario CASPe para leer críticamente evidencia científica.³²

Preguntas de eliminación	Respuesta
¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Cuál es el resultado global de la revisión?	<input checked="" type="checkbox"/> Los resultados se ajustan a los objetivos propuestos.
¿Cuál es la precisión del resultado/s?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe
¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se sabe

Fuente: Elaboración propia.