



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Trabajo Fin de Grado

Empleo del torniquete en el control de hemorragia

Alumno: Antonio García Carrero

Director: Araceli Suero de la Hoz

Madrid, marzo de 2020

Índice:

1. Resumen	3
2. Abstract.....	4
3. Presentación	5
4. Estado de la cuestión	6
4.1 Paciente traumatizado y hemorragia.....	6
4.2 Epidemiología.....	7
4.3 Empleo torniquete	9
4.4 Tiempo de aplicación	10
4.5 Tipos de torniquetes y características.....	11
4.5.1 Combat application tourniquet (CAT)	12
4.5.2 SOFT	12
4.5.3 Mechanical advanted tourniquet (MAT)	12
4.5.4 Integrated tourniquet system (ITS)	12
4.5.5 Emergency and military tourniquet (EMT)	13
4.5.6 CONMIL	13
4.5.7 Torniquete de autotransfusión (ATT).....	13
4.6 Conversión.....	14
4.7 Efectos adversos	15
5. Justificación.....	18
6. Objetivos e hipótesis.....	18
6.1 Objetivo general.....	18
6.2 Objetivos específicos	18
6.3 Pregunta de revisión	18
6.3.1 Paciente	19
6.3.2 Intervención	19
6.3.3 Comparador.....	19
6.3.4 Resultados.....	19
6.3.5 Pregunta de revisión	19
6.4 Criterios de inclusión de estudios	20
7. Metodología.....	20
7.1 Estrategia de búsqueda.....	20
7.2 Selección de estudios	22
7.3 Evaluación crítica.....	22
7.4 Extracción de datos.....	22
7.5 Síntesis de resultados.....	22
8. Limitaciones	23
9. Cronograma	23
10. Bibliografía	24
Anexos.....	27

1. Resumen

Durante el tratamiento de un traumatismo es fundamental una actuación precoz, ya que el manejo inicial afectará al índice de morbimortalidad de estos pacientes. Ante la gravedad del paciente politraumatizado se debe resaltar una de las principales complicaciones, la hemorragia masiva, siendo fundamental controlar la conocida como “triada letal” que consiste en la combinación de acidosis, hipotermia y coagulopatía. El torniquete es un elemento estándar en la medicina militar, no obstante, en el ámbito civil se ha producido una desacreditación del mismo debido al desconocimiento y la mala realización de la técnica. La bibliografía existente señala la existencia de amplias discrepancias en lo referente al momento de utilización del torniquete. Durante los últimos años han surgido multitud de estudios y protocolos que indican el uso a discreción de los torniquetes en cualquier extremidad y como primera medida de control de la hemorragia, procediéndose posteriormente a la reevaluación y análisis de una posible conversión mediante agentes hemostáticos. En contraposición a estas afirmaciones podemos encontrar estudios que indican que se debe emplear el torniquete cuando todos los métodos de control de hemorragias hayan fracasado. Es fundamental la velocidad de aplicación, indicando un tiempo de colocación de 15 a 20 segundos, existiendo gran controversia en el tiempo máximo de aplicación de un torniquete, encontrando en la bibliografía una variación de las 2 a las 6 horas. Un aumento del tiempo de aplicación provoca mayor destrucción tisular y riesgo de reperfusión y fallo renal. La aplicación del torniquete puede estar sujeta a diversas complicaciones, debido principalmente a la compresión sobre tejidos, la colocación inapropiada y el exceso de tiempo de mantenimiento del mismo.

Palabras clave: Torniquete, Hemorragia Emergencia, Técnicas Hemostáticas

2. Abstract

During trauma's treatment the key factor is early action, from this will depend the mobility and mortality rate in any case. The highest risk in a polytraumatized patient is massive blood loss. The three main focuses on this technique in terms of collateral damage, known as lethal triad, are acidosis, hypothermia and coagulopathy. Tourniquet has been a common practice in military medicine, but not in civilian. Many studies and doctors have a discrediting view, mainly because of misuse and lack of knowledge in the field. In terms of when is the right choice or opportunity to use it. In the last developments in the field conclude that is up to doctors and physicians and their discretions to put this technique or not in use. In every case, after the tourniquet is placed a reevaluation needs to be done. The conversion to hemostatic agents must be done as soon as possible. Time estimated time to put the tourniquet to have a successful result should be no longer than 10 to 20 seconds. And the prolongación of this treatment can never be more than 2 to 6 hours. Longer periods of time contribute to tissue damage, higher risk of perfusion and kidney failure. Most of the time when this process fails is because human error, too much pressure on tissues or extended periods of time than recommended.

Key words: Tourniquet, Hemorrhage, Emergency Medical Services, Hemostatic Techniques

3. Presentación

La elección del tema del trabajo fue un proceso complicado, ya que había diversos campos de estudio que llamaron mi atención. Durante este proceso comencé la búsqueda bibliográfica de diferentes temas, sin llegar a convencerme de realizar ninguno de ellos. Fue entonces cuando comencé la rotación de prácticas en el servicio de emergencias extrahospitalarias, descubriendo que éste es uno de los campos de la enfermería más satisfactorios para mí, investigando un nuevo mundo dentro de las diferentes áreas de nuestra profesión. Así fue como me di cuenta de que desconocía gran cantidad de elementos de éste área de estudio, entre ellos el manejo del torniquete, por lo que comencé a buscar información acerca del mismo, descubriendo la escasa bibliografía existente en comparación a otros temas y su desconocimiento por parte de los estudiantes y de gran parte de profesionales de la enfermería. Cabe destacar que durante mi etapa universitaria no he tenido ningún contacto con el torniquete, ni en los periodos de clase teórica ni durante las diferentes rotaciones de prácticas, por lo que analizando mi determinación de, en un futuro, dedicarme al campo de la enfermería en emergencias extrahospitalarias decidí realizar este trabajo ampliando mis conocimientos sobre un campo en el que existe tanta controversia y miedo entre los profesionales.

Debo decir que la realización de este estudio ha sido realmente interesante y satisfactoria en lo referente al aprendizaje, ya que descubrí una gran cantidad de información y adquirí unos conocimientos que bajo mi punto de vista son esenciales para cualquier profesional sanitario. Debido a ello, creo firmemente que todo profesional de enfermería debe adquirir unos conocimientos básicos sobre el tema, ya que las emergencias extrahospitalarias nos rodean a diario y pueden requerir de nuestros servicios enfermeros en cualquier momento a lo largo de la vida. De igual manera pienso que el conocimiento del uso correcto del torniquete y de la diversa información existente puede ser el elemento que disipe el miedo a utilizarlo, eliminando mitos existentes a su alrededor y creando una situación sanitaria segura y basada en la evidencia científica.

Es en este punto donde quiero agradecer a todos los profesionales sanitarios del SAMUR que me apoyaron, enseñaron y ayudaron durante mi rotación, facilitándome información y bibliografía sobre el tema. De igual manera agradezco el servicio que ofrecen a diario, sin el que gran parte de las personas que sufren situaciones de emergencias extrahospitalarias perderían algo tan preciado como la vida.

4. Estado de la cuestión

4.1 Paciente traumatizado y hemorragia

El traumatismo físico es un tipo de lesión de múltiples causas y diversas posibilidades de gravedad. Esta lesión puede producirse en una amplia variedad de escenarios, como accidentes domésticos, accidentes automovilísticos o en conflictos bélicos entre otros, suponiendo una emergencia médica de mayor o menor grado en función de su gravedad. De esta manera, ante un traumatismo es fundamental el tratamiento precoz, ya que el manejo inicial afectará al índice de morbimortalidad de estos pacientes.

Ante la gravedad del paciente politraumatizado se debe resaltar una de las principales complicaciones, la hemorragia masiva, definida por Fernández (2012) como una hemorragia que requiere más de 10 concentrados de hematíes en 24 h o más de 6 concentrados en 12 h. De igual manera Llau et al (2016) la define como cualquier hemorragia que amenaza la vida y requiere transfusión urgente y masiva de hemoderivados. En este sentido Ortega (2018) determina que el paciente traumatizado requiere presentar al menos dos de los siguientes parámetros para activar el protocolo de hemorragia masiva:

- Tensión arterial sistólica menor a 90 mmHg.
- Frecuencia cardiaca mayor a 120 lpm.
- Trauma penetrante.
- Ultrasonido FAST positivo.
- Paciente con trauma en cráneo, tórax, abdomen, pelvis o huesos largos que esté en tratamiento anticoagulante.
- Paciente no traumático con sangrado que comprometa el estado de alerta y su hemodinamia.

En el paciente politraumatizado es fundamental controlar la conocida como “triada letal”, que consiste en la combinación de acidosis, hipotermia y coagulopatía que, según indican Zunini, Rando, Martínez y Castillo (2011) “lleva a un círculo vicioso de discrasia y sangrado difícil de manejar que suele ocasionar la muerte del paciente”, ya que describen cómo la acidosis ($\text{pH} < 7.1$), hipotensión ($\text{PAS} < 70 \text{mmHg}$) y la hipotermia ($T^{\circ} < 34^{\circ}\text{C}$) son factores de riesgo en el desarrollo de la coagulopatía, siendo su incidencia del 98% si están presentes todos estos factores. En este sentido, Gando, Tedo y Kubota (1992) determinan

que “la lesión tisular genera exposición de la tromboplastina tisular subendotelial, desencadenando la activación de la cascada de coagulación”.

Cabe destacar la afirmación de Zunini et al (2011), indicando que las complicaciones del sangrado masivo presentan dos vertientes. Por un lado, se relacionan con las consecuencias del choque hemorrágico, siendo éstas isquemia e hipoxia tisular. Además, se relacionan con las complicaciones de la reposición masiva, siendo hipotermia, acidosis, trombocitopenia, coagulopatía, hipocalcemia, hipercaliemia, reacciones hemolíticas fatales y distrés respiratorio transfusional.

Es interesante mencionar la diferenciación realizada por Trunkey (1974), que expuso la distribución trimodal en función de la severidad de las lesiones:

Pico 1	Primeros minutos	50%	T. Craneoencefalico, lesiones de grandes vasos
Pico 2	Primeras horas	30%	Hipovolemia, hematoma subdural, e hipoxia
Pico 3	Primeros días o semanas	20%	Sepsis y fallo multiorgánico

Tabla 1. Elaboración propia a partir del autor Trunkey (1974)

4.2 Epidemiología

La epidemiología del paciente con hemorragia masiva es variada, debido a la multitud de causas que pueden provocar dicha hemorragia, así como a la diferenciación en la incidencia de dichas causas en función del marco territorial y social. Por ello se puede afirmar que la epidemiología del paciente traumatizado y de la hemorragia masiva varía en función del territorio y las condiciones de éste.

Según indican Fernández, Murillo, Puppo y Leal (2012), la hemorragia masiva es la principal causa de morbilidad en el paciente traumatizado, afirmando que anualmente hay más de 100 millones de personas que sufren algún tipo de traumatismo, y más de 5 millones, mueren debido a actos de violencia o accidentes, presentando hemorragia masiva

y traumatismo craneoencefálico principalmente. García (2004) afirma que se producen en impacto en conflictos bélicos, en la violencia común, en accidentes automovilísticos o en deportes.

En el estudio de Chico et al (2016) se analizaron 2242 pacientes de enfermedad traumática grave (ETG) y su atención en UCI en España, siendo las causas más frecuentes los accidentes de tráfico, caídas y precipitaciones, predominando el traumatismo craneal y torácico, siendo la mortalidad en UCI del 12,3% y la hospitalaria del 16%.

En lo referente a la diferenciación epidemiológica territorial, se pueden apreciar amplias variaciones, como indican Morales, Sanabria y Sierra (2002) en su análisis epidemiológico en Colombia, donde el trauma es considerado la principal causa de morbilidad en menores de 45 años y la tercera causa de muerte, siendo confirmado por Mejía et al (2009). Morales et al (2002) evaluó 843 pacientes con trauma vascular, encontrando que 31% presentaba lesión en la extremidad superior y 28% en la extremidad inferior. Más de 20 millones de personas fallecen anualmente a causa de trauma en el mundo; en México, al sumar los accidentes con homicidios ocupa el tercer lugar, siendo la primera causa de muerte en la población entre los 15 y 29 años de edad.

Las cifras epidemiológicas varían en los territorios que soportan conflictos bélicos, como indica Clouse et al. (2007) afirmando que en la guerra de Irak se registraron hasta un 75% de las lesiones arteriales en las extremidades, más de la mitad de los casos fueron en las extremidades inferiores. En el estudio de Champion, Bellamy, Roberts y Leppaniemi (2003) afirman que las tácticas de combate modernas han aumentado la incidencia de traumatismos en extremidades. Igualmente indican que se podrían haber evitado multitud de muertes mediante la aplicación de un torniquete como medida primaria de control de la hemorragia, ya que como indica González et al (2009) “la hemorragia incontrolada o masiva sigue constituyendo la primera causa de muerte del combatiente en operaciones de combate” suponiendo hasta el 50% de los casos, afirmando que hasta el 20% de los fallecimientos se produce antes de que puedan recibir asistencia sanitaria.

4.3 Empleo torniquete

El torniquete es un elemento estándar en la medicina militar, no obstante, en el ámbito civil se ha producido una desacreditación del mismo debido al desconocimiento y la mala realización de la técnica (Fernández, Merino, y Bandrés. 2014). Cabe destacar que indican un cambio en los protocolos mediante un sistema C-ABC, mejorando la supervivencia mediante el empleo de torniquetes como primera medida de control de la hemorragia masiva.

En el entorno civil la incidencia de heridas susceptibles al empleo del torniquete es baja debido al tipo de mecanismo lesional, no obstante existen situaciones en las que se acentúa su necesidad, como incidentes en zonas rurales o remotas, accidentes laborales o industriales, incidentes con múltiples víctimas, accidentes de tráfico, atentados terroristas, atrapamientos o amputaciones.

La bibliografía existente señala la existencia de amplias discrepancias en lo referente al momento de utilización del torniquete. Durante los últimos años han surgido multitud de estudios y protocolos que indican el uso a discreción de los torniquetes en cualquier extremidad y como primera medida de control de la hemorragia, procediéndose posteriormente a la reevaluación y análisis de una posible conversión mediante agentes hemostáticos (MacIntyre et al, 2011 y Dayan et al, 2008). En contraposición a estas afirmaciones podemos encontrar estudios como el de Castro et al (2018) que indican que se debe emplear el torniquete cuando todos los métodos de control de hemorragias hayan fracasado. De igual manera De Frutos (2018) evidencia que el torniquete debe de ser usado cuando las maniobras la presión directa o vendaje compresivo no detienen la hemorragia.

Es de vital importancia analizar las situaciones de emergencia en las que la atención se centra en múltiples víctimas de traumatismo, en las que algunos autores indican el empleo del torniquete como primera medida de control (De Frutos, 2018), ya que el torniquete “evita que el personal de emergencias pierda más tiempo realizando una compresión de al menos cinco minutos y pueda centrarse en problemas añadidos o incluso en otros heridos” (Fernández et al, 2014).

Debido a esta amplia controversia, Fernández et al (2014) determina las condiciones de aplicación del torniquete como primera medida de control de la hemorragia:

- Cuando tras una amputación queda suficiente extremidad como para colocar un torniquete.
- Existe una gran cantidad de sangrado arterial.
- La persona herida tiene un gran riesgo de exanguinación.
- Pacientes en un lugar inseguro donde los rescatadores pueden estar en riesgo.

Cabe destacar la importancia de la técnica de aplicación, ya que en muchos casos el fracaso en el control de la hemorragia, así como el aumento en la posibilidad de efectos adversos es debido al uso inadecuado del torniquete. Según González et Al (2009) es fundamental la velocidad de aplicación, indicando un tiempo de colocación de 15 a 20 segundos. En lo referente a la correcta aplicación, Fernández (2014) recomienda la colocación del torniquete en la zona de mayor circunferencia de la extremidad, con una presión ajustada en función al cese del sangrado y nunca sobre la articulación.

Un elemento a tener en cuenta es la aportación de Drew (2015), que incluye el término “torniquete plus-1”, indicando la colocación de un torniquete aflojado en cada extremidad donde ya se ha aplicado un torniquete, buscando evitar complicaciones si el torniquete se rompe durante la conversión o si se rompe por degradación ambiental.

Realmente se considera que la técnica del torniquete es apta en determinadas situaciones y bajo los protocolos correctos, superando las desventajas que pueda provocar. Igualmente se indica la necesidad de formar al personal de soporte vital básico y avanzado en esta técnica, así como revisar el material y protocolos empleados en el ámbito civil durante el control de hemorragias masivas (Fernández 2014). En este sentido Jacobs (2015) recomienda la capacitación de los ciudadanos en la realización de primeros auxilios “para situaciones en las que estén presentes peligros potenciales, incluyendo los incidentes del día a día en los que se pueda producir una lesión traumática y una hemorragia” señalando que la causa de muerte prevenible mas significativa es la hemorragia externa.

4.4 Tiempo de aplicación

Existe gran controversia en el tiempo máximo de aplicación de un torniquete, encontrando en la bibliografía una variación de las 2 a las 6 horas. Un aumento del tiempo de aplicación provoca mayor destrucción tisular y riesgo de reperfusión y fallo renal. Cabe

destacar que según Drew et al (2015) “Esta ventana de tiempo también depende de la cantidad de tejido isquémico distal al torniquete (proximal es peor que distal y en la pierna es peor que en el brazo), la temperatura de la extremidad (caliente peor que frío) y el estado hemodinámico del paciente”. A pesar de todo, en su artículo, Drew indica que existe un caso documentado de la aplicación de un torniquete en un ambiente frío durante 16 horas sin complicaciones sistémicas por reperfusión.

Según Bogdan et al (2018), no existe un tiempo de uso seguro del torniquete debido al agotamiento del Trifosfato de adenosina (ATP) y el daño muscular que puede causar, pero en la actualidad se recomienda un tiempo medio de 2 a 2.5 horas el cual puede brindar una seguridad sobre el estado del paciente. Estos datos concuerdan con los indicados por González (2009), con un tiempo de permanencia es de máximo es de 2 a 2.5 horas sin ser removido.

4.5 Tipos de torniquetes y características

El mecanismo de funcionamiento del torniquete es simple, consistiendo en un elemento que rodea la extremidad y se aprieta hasta reducir el flujo sanguíneo de la misma. A pesar de poder lograr esta reducción del flujo sanguíneo con diferentes elementos de fortuna siempre se recomienda realizar esta técnica con un torniquete homologado (Fernández, 2014), ya que éstos aseguran unas condiciones de presión igualitaria a lo largo de toda la circunferencia del miembro lesionado.

Existen multitud de modelos en el mercado, no obstante la bibliografía indica diferentes ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, pudiendo encontrar multitud de estudios comparativos. Todos los torniquetes homologados deben reunir una serie de requisitos establecidos por The United States Army Institute of Surgical Research:

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

- Que no precisen baterías o fuentes de energía para su funcionamiento.
- Exento de partes mecánica sofisticadas.

4.5.1 Combat application tourniquet (CAT)

El modelo CAT se compone de una cinta de nylon de 10 cm de ancho que se sujeta con una hebilla y se fija con velcro. La cinta presenta un dispositivo que permite la rotación, aumentando la presión circular sobre el miembro. Es el torniquete empleado por los soldados del ejército de Estados Unidos desde el año 2000 y el recomendado por las guías del CoTCCC de 2009 como primera línea de tratamiento de la hemorragia externa en situaciones bajo fuego enemigo según indican Kheirabadi, Scherer, Estep, Dubick, y Holcomb (2009) en su trabajo "Determination of efficacy of new hemostatic dressings in a model of extremity arterial hemorrhage in swine". Según Brodie et al (2007) y Ruterbusch et al (2005), este modelo obtuvo una eficacia del 81,4% en la oclusión arterial.

4.5.2 SOFT

De similares características que el modelo CAT, sustituyendo algunos materiales como el velcro por una correa. Estudios como el de Heldenberg, Aharony, Wolf y Vishne (2015) reflejan una oclusión arterial del 94% y un tiempo aplicación de 24 segundos.

4.5.3 Mechanical advanced tourniquet (MAT)

Según González et al (2009), el MAT es uno de los torniquetes de más fácil manejo y aplicación, pudiendo realizarse con una sola mano. Según indican Ruterbusch et al (2005) este modelo logra una oclusión arterial del 80,48%, un tiempo medio de aplicación de 59,5 s (para personal no experimentado) y de 19,5 s (para personal instruido). Su principal inconveniente es la imposibilidad de aflojarlo para evaluar el sangrado y la posible conversión, debiendo retirarlo y empleando otro si fuera necesario (González et al, 2009).

4.5.4 Integrated tourniquet system (ITS)

El modelo ITS continúa en desarrollo. Consiste en la incorporación de torniquetes en la ropa militar, lo que reduce en gran medida el tiempo de aplicación (González et al, 2009).

4.5.5 Emergency and military tourniquet (EMT)

El modelo EMT es un elemento innovador debido a la inclusión del torniquete neumático quirúrgico al torniquete de campo. Está compuesto por un manquito neumático de inflado manual que, según King, Filips, Blitz y Logsetty (2006), logra una oclusión arterial del 100%. A pesar de esta efectividad, los inconvenientes del modelo EMT son principalmente su alto coste y su mayor fragilidad en comparación con otros modelos.

4.5.6 CONMIL

El modelo CONMIL es similar al modelo EMT, caracterizado por el uso del manquito neumático. Este modelo obtiene una oclusión arterial del 73 % en autoaplicación y un tiempo de aplicación de 41,5 segundos (González et al, 2016)

4.5.7 Torniquete de autotransfusión (ATT)

El modelo ATT está diseñado para realizar una exanguinación del miembro, logrando recuperar parte de la volemia del miembro a la circulación central. Se compone de un anillo de silicona con una manga de tejido elástico y dos asas de tracción. Su aplicación consiste en un movimiento rápido de tracción sobre las asas, lo que provoca que el miembro quede envuelto inhibiendo la hemorragia y recuperando parte de la volemia a la circulación central, lo cual, según indican Boiko y Roffman (2004), aumenta la presión sistólica y diastólica sin alteraciones significativas de los parámetros bioquímicos.

El uso de este modelo debe ser realizado por personal sanitario cualificado, ya que requiere monitorización del paciente y presenta contraindicaciones, como indican González et al (2009):

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

Ante esta amplia variedad de modelos podemos encontrar una amplia bibliografía que analiza sus diferentes parámetros. De esta manera Gonzalez et al (2016) realizaron un estudio sobre una muestra de 85 sujetos. Para la realización del estudio se empleó el torniquete

modelo CONMIL, con procedimiento de autoaplicación en MS derecho y MI derecho en tercio proximal desde una posición de sedestación. Los resultados indicaron un tiempo de aplicación de 41,5 segundos, siendo menor que los tiempos de aplicación de otros modelos, como el SOFT (64 segundos) y el CAT (57 segundos) según estudios de Schreckengaust, Littlejohn y Zarow (2014). En referencia a la oclusión arterial en MI, Gonzalez et al (2016) determina en el 50%, aunque se logró un 73% mediante una correcta autoaplicación del torniquete, siendo inferior a los datos obtenidos acerca del modelo CAT (94%) y SOFT (87%). Estudios análogos como el de Heldenberg, Aharony, Wolf y Vishne (2015), reflejan un tiempo de aplicación drásticamente menor (CAT 19 segundos y SOFTT 24 segundos), mostrando también mejores resultados en la oclusión durante la aplicación sobre MS (CAT 90% y SOFTT 94%), aunque esta variación puede justificarse con la diferencia a nivel de experiencia de la muestra.

Gonzalez et al (2016) determina una oclusión arterial, mediante lectura Doppler, de un 80% sobre MS y de un 50% sobre MI mediante el modelo CONMIL sin autoaplicación. Estos resultados son menores que los obtenidos por Wall et al (2013) acerca de otros modelos (CAT) que se sitúan en 94% (MI) y 100% (MS). Un apunte interesante de Gonzalez et al (2016) es la referencia a que mediante el modelo CONMIL no existe relación entre la ausencia de circulación y el número de vueltas aplicadas al torniquete, pudiendo explicar esta afirmación mediante el tamaño de la circunferencia de la extremidad de cada sujeto.

Cabe destacar el trabajo de Guo et al (2011) en el que analizó diferentes tipos de torniquetes empleados en emergencias en China, determinando que los torniquetes homologados son más eficaces que los torniquetes de circunstancias. De igual manera, diversos estudios indican mayor nivel de oclusión empleando modelos CAT, SOFT y EMT. En referencia a la aplicación de torniquetes militares en el medio civil, Fernández (2014) describe los modelos con mayores posibilidades de ser empleados en el ámbito civil, siendo el modelo CAT, el modelo MAT y el modelo EMT.

4.6 Conversión

Como se ha expuesto anteriormente, existe una amplia cantidad de autores que indican la utilización del torniquete como primera medida ante una hemorragia masiva, no obstante, no todos los casos requieren la aplicación de dicha medida. Debido a ello surge la necesidad de implementar un modelo de conversión. El proceso de conversión es un método

eficaz enfocado a la sustitución del torniquete por un sistema de control hemostático en caso de que fuera necesario.

Autores como Dayan et al (2008) y MacIntyre et al (2011) indican el torniquete como primera medida de control de la hemorragia, procediéndose posteriormente a la reevaluación y análisis de una posible conversión mediante agentes hemostáticos, situando el tiempo de reevaluación en un máximo de 2 horas. Cabe destacar la situación de imposibilidad de traslado, ante lo que proponen reevaluar el estado de la hemorragia cada 2 horas y la necesidad y la calidad del torniquete, con el objeto de realizar conversión del torniquete a un agente hemostático y vendaje compresivo en cuanto sea posible. En referencia a la conversión tras tiempos prolongados, Walters et al (2005) se opone a las indicaciones de Dayan et al (2008) y MacIntyre et al (2011), ya que resalta el peligro de conversión en función del tiempo transcurrido desde la aplicación, considerando la conversión segura en el periodo de 2 horas, bastante seguro en el periodo de 2 a 6 horas tras la colocación y rechaza la conversión extrahospitalaria de los torniquetes aplicados más de 6 horas antes. A pesar de todo cabe destacar que Walters et al (2005) no demostró científicamente cual es el límite máximo de seguridad en la conversión.

Debido a las posibles complicaciones durante el proceso de conversión, se debe volver a hacer referencia al término de “torniquete plus-1” implementado por Drew (2015), que consiste en la colocación de un torniquete aflojado en cada extremidad donde ya haya un torniquete colocado, buscando evitar complicaciones si el torniquete se rompe durante la conversión o si se rompe por degradación ambiental. De igual manera, Drew (2015) rechaza la conversión de un torniquete ante amputación, imposibilidad de vigilar al paciente o ante un paciente en shock, al igual que Wolff y Adkins (1945). Así mismo, Drew (2015) afirma que nunca se debe aflojar un torniquete sin seguir el protocolo indicado y sin aplicar el torniquete plus-1, recomendando la conversión del torniquete siempre que sea posible y siguiendo el protocolo.

4.7 Efectos adversos

La aplicación del torniquete puede estar sujeta a diversas complicaciones, debido principalmente a la compresión sobre tejidos, la colocación inapropiada y el exceso de tiempo de mantenimiento del mismo (Fernández, 2014). Como indica González et al (2015), estas complicaciones suelen producirse debido a “la mala colocación del dispositivo, a prolongados

tiempos de isquemia, al empleo de dispositivos de circunstancias inadecuados o a la no realización de una evaluación del herido por personal facultativo”.

Fernández (2014) determinó los problemas potenciales asociados al uso del torniquete, dividiéndolos en locales y sistémicos:

- Locales: Compresión de nervios, hematoma, necrosis de hueso y tejidos blandos, síndrome compartimental, parálisis radial.
- Sistémicas: Alteraciones en el balance ácido base, rabdomiolisis, coagulación intravascular.

En este sentido Gonzalez et al (2009) indica que entre las lesiones neurológicas más habituales podemos encontrar “neuroapraxias, parálisis y lesiones nerviosas, de carácter transitorio o permanente”.

Haciendo referencia a los efectos sistémicos, Graviely et al (2001) describieron un aumento de las presiones sistólica y diastólica y la aparición de significativos cambios de los parámetros bioquímicos, como incremento ligero del pH, aumento del K⁺, CPK y hemoglobina. Ante esta afirmación, diversos autores indican que los efectos sistémicos se producen debido al shock secundario a las pérdidas sanguíneas, presentando taquicardia, piel fría, oliguria e hipotensión (Peitzman et al, 2002) (Cohen, 2000).

Cabe destacar que la hipotermia perpetúa la coagulopatía y, por tanto, debe prevenirse, y la reducción temprana de fracturas y luxaciones puede mejorar la perfusión de la extremidad (Rush et al, 2012). Los factores de riesgo para desarrollar coagulopatía son acidosis con pH < 7.1, hipotensión arterial presión arterial sistólica < 70 mmHg, hipotermia (temperatura central < 34 °C) (Zunini, Rando, Martínez y Castillo, 2011). En presencia de todos los factores de riesgo, la coagulopatía posee una incidencia del 98%. Como se comentó anteriormente, en el paciente politraumatizado es fundamental controlar la conocida como “triada letal”, que consiste en la combinación de acidosis, hipotermia y coagulopatía que, según indican Zunini, Rando, Martínez y Castillo (2011) “lleva a un círculo vicioso de discrasia y sangrado difícil de manejar que suele ocasionar la muerte del paciente”.

A pesar del alto consenso entre diversos autores acerca de las posibles complicaciones secundarias al uso del torniquete Patterson et al (2008) y Kragh et al (2011) indican una ausencia de casos documentados de daño tisular, lesión vascular o déficit neurológico permanente tras la correcta aplicación de un torniquete manteniendo el tiempo de aplicación por debajo de las 2 horas, haciendo referencia a que las complicaciones encontradas en la bibliografía son secundarias a una inadecuada aplicación del torniquete.

Cabe destacar que Lakstein et al (2003) realizaron un estudio determinando que un 47% de los torniquetes fueron aplicados en situaciones no indicadas y a pesar de ello no se produjeron complicaciones en las aplicaciones inferiores a 150 minutos. De esta manera afirmaron que no emplear el torniquete supone mayor riesgo que las posibles complicaciones secundarias a éste.

Kragh et al (2013) realizó un estudio sobre 499 pacientes con trauma vascular, tanto civiles como militares, a los que se aplicó un torniquete, con un total de 862 torniquetes empleados. Los resultados indican que la supervivencia de los pacientes a quienes se les aplicó torniquete antes de la aparición de shock fue del 96% contra el 4% de supervivencia de los pacientes que no recibieron esta atención. De igual manera, la supervivencia de los pacientes a los que se les aplicó el torniquete prehospitalario fue mayor que la de los pacientes sobre los que fue aplicado en el hospital. Cabe destacar que refiere no haber encontrado complicaciones derivadas de su uso. En contraposición, Lastein et al (2003) analizaron 90 heridos de las Fuerzas Armadas Israelíes a los que se aplicó un torniquete encontrando complicaciones derivadas de su uso tras 150 minutos, resaltando que ninguno de ellos perdió el miembro lesionado.

5. Justificación

Las situaciones de emergencia extrahospitalaria son un elemento constante en la vida, presentándose delante de nosotros en cualquier momento y lugar. La realización del presente trabajo puede ser una base de información suficiente para que los profesionales de enfermería que lo consideren oportuno profundicen en el tema adquiriendo unos conocimientos que pueden suponer el éxito de la atención sanitaria en una situación de emergencia extrahospitalaria.

Ante la elección de la modalidad del trabajo, decidí realizar una revisión sistemática, ya que el torniquete es un tema de gran controversia, pudiendo así mostrar los diferentes puntos de vista existentes en la bibliografía. De esta manera, y por poner un ejemplo, con la lectura de esta revisión podremos conocer las afirmaciones de los diferentes autores sobre el momento de aplicación de un torniquete o su tiempo de aplicación.

Cabe destacar que la cantidad de referencias bibliográficas sobre el torniquete es baja en comparación con otras áreas de estudio de la enfermería, ya que el torniquete posee una trayectoria de estudio relativamente baja, lo que aumenta mi motivación por el estudio de esta materia y mi intención de mostrar su importancia a los profesionales sanitarios.

6. Objetivos e hipótesis

6.1 Objetivo general

- Revisar la bibliografía actual sobre el tratamiento precoz de hemorragias externas graves en pacientes críticos, politraumatizados o amputados analizando la posible ventaja terapéutica de emplear un torniquete como primera medida en estos pacientes.

6.2 Objetivos específicos

- Describir la técnica correcta de aplicación del torniquete, así como el tiempo de aplicación y posibles efectos adversos.
- Analizar los diferentes tipos de torniquetes empleados en la actualidad.
- Determinar las ventajas del empleo precoz del torniquete y su posible conversión.

6.3 Pregunta de revisión

La metodología empleada para la determinación de la pregunta de revisión se basa en el método PICO:

6.3.1 Paciente

Paciente adulto con hemorragia externa grave en extremidades, politraumatizado o amputado.

6.3.2 Intervención

Aplicación de torniquete en situación de emergencia extrahospitalaria.

6.3.3 Comparador

Tipos de torniquetes.

6.3.4 Resultados

Mejora en la aplicación de torniquetes por parte del personal sanitario ante hemorragia grave, así como la mejora en el proceso de conversión.

Lenguaje natural	DeCS	MeSH
Torniquete	Torniquete	Tourniquet
Pérdida de sangre	Hemorragia	Hemorrhage
Emergencia	Emergencia	Emergency Medical
Control de hemorragia	Técnicas Hemostáticas	Services Hemostatic Techniques

Tabla 2. Términos DeCS y MeSH

6.3.5 Pregunta de revisión

¿Es preferible la aplicación temprana de un torniquete y su posible conversión frente a la compresión directa o agentes hemostáticos ante una hemorragia grave en emergencias extrahospitalarias?

De igual manera existe la posibilidad de analizar otras posibles preguntas de revisión como:

¿En qué medida pueden reducirse los efectos adversos mediante la correcta aplicación de un torniquete en una emergencia extrahospitalaria?

¿Son los efectos adversos de la aplicación de un torniquete suficientes como para no tomar el torniquete como primera medida de control de la hemorragia grave?

6.4 Criterios de inclusión de estudios

Durante la realización de la revisión sistemática se han incluido ensayos clínicos, guías de práctica clínica, estudios primarios y artículos originales, tanto en español como en inglés. No se realizó una limitación temporal específica de los estudios, aunque cabe destacar que las fechas de publicación de la mayoría de ellos corresponden a la década 2009-2019.

La selección de artículos se realizó acorde al método PICO, eligiendo artículos referentes a pacientes con hemorragia externa grave en extremidades, politraumatizados o amputados sobre los que se realiza la aplicación de torniquete en situación de emergencia. De igual manera se incluyen estudios experimentales en los que se realizan mediciones de flujo sanguíneo mediante pulsioximetría y ecodoppler.

Cabe destacar que la calidad de los trabajos analizados se realizó mediante las recomendaciones CASPe (Critical Appraisal Skills Programme), analizando la validez y utilidad de los resultados, seleccionando los estudios con una puntuación mayor o igual a 5.

Se excluyen estudios que no cumplen con los criterios de selección establecidos, ya que estaban relacionados con hemorragias internas o hemorragias externas en cabeza y tronco.

7. Metodología

7.1 Estrategia de búsqueda

Los términos empleados para realizar la pregunta de investigación y la búsqueda de los estudios se basan en el formato PICO expuesta en el apartado 6.3.

La recopilación de artículos se realizó en función de los términos DeCS y MeSH en diferentes bases de datos. Las bases de datos empleadas fueron PubMed, ResearchGate y Google Scholar. De igual manera se recopilamos publicaciones de revistas específicas como The journal of trauma and acute care surgery o medigraphic sin emplear una base de datos específica.

A continuación se representan los resultados de búsqueda en cada base de datos consultada:

Resultados de búsqueda en PubMed	
Ecuaciones de búsqueda: Búsqueda manual	Resultados
Tourniquet AND Emergency Medical Services	259
Tourniquet AND Hemorrhage	1037
Hemostatic Techniques AND Emergency Medical Services	512
Hemorrhage AND Emergency Medical Services	4934

Tabla 3. Resultados de la búsqueda en Pubmed

Resultados de búsqueda en ResearchGate	
Ecuaciones de búsqueda: Búsqueda manual	Resultados
Tourniquet AND Emergency Medical Services	82
Tourniquet AND Hemorrhage	145
Hemostatic Techniques AND Emergency Medical Services	122
Hemorrhage AND Emergency Medical Services	325

Tabla 4. Resultados de la búsqueda en SciELO

Resultados de búsqueda en Google Scholar	
Ecuaciones de búsqueda: Búsqueda manual	Resultados
Tourniquet AND Emergency Medical Services	227
Tourniquet AND Hemorrhage	459
Hemostatic Techniques AND Emergency Medical Services	125
Hemorrhage AND Emergency Medical Services	652

Tabla 5. Resultados de la búsqueda en Pubmed

7.2 Selección de estudios

Tras la realización de la búsqueda bibliográfica en función de la pregunta de investigación determinada mediante el método PICO y los términos DeSH y MeSH se realizó la selección de estudios para la revisión bibliográfica. En primer lugar se realizó un primer cribado en función de operadores booleanos. De esta manera se obtuvieron un total de 8896 artículos, entre los artículos extraídos de las bases de datos y los artículos encontrados en revistas específicas. De esta cantidad total se excluyeron 7961 tras la lectura del título, 674 tras la lectura del resumen, 25 tras la lectura y análisis CASPe, 136 por ser duplicados y 12 por estar redactados en un idioma diferente a inglés o castellano. A continuación se realizó una lectura exhaustiva de los artículos restantes, seleccionando los más relevantes, siendo éstos los que tratan el tema principal de estudio y los que mayor cantidad de datos relevantes ofrecen. Así quedaron 88 artículos de los que, tras su lectura, se escogieron 37 en función de su calidad e impacto.

7.3 Evaluación crítica

Tras la selección de estudios se realiza la evaluación crítica de los mismos, puntuando cada uno de ellos en función de las recomendaciones CASPe (Critical Appraisal Skills Programme), analizando la validez y utilidad de los resultados, seleccionando los estudios con una puntuación mayor o igual a 5. En el anexo 1 queda reflejado los modelos de valoración crítica para diversos tipos de investigaciones dados por CASPe. De igual manera se puede consultar la puntuación CASPe de los diferentes artículos en el anexo 2.

7.4 Extracción de datos

Los datos extraídos de los diferentes trabajos son variados, abarcando datos epidemiológicos, datos experimentales medidos mediante pulsioximetría y ecodoppler, datos descriptivos de métodos de aplicación y tipos de torniquetes y datos de efectos adversos. Estos datos pueden ser consultados en el anexo 2.

7.5 Síntesis de resultados

En primer lugar se obtienen datos epidemiológicos de diferentes localizaciones, mostrando una amplia comparativa territorial. A continuación se describen datos acerca de la técnica de empleo del torniquete y el tiempo de aplicación indicado por diferentes autores. Seguidamente se describen diferentes tipos de torniquetes y sus ventajas y desventajas, así

como datos medidos mediante pulsioximetría y ecodoppler. Para finalizar se analizan la medición de datos acerca de la conversión del torniquete obtenidos de diferentes estudios, así como los posibles efectos adversos recabados. Todos estos datos son expuestos a lo largo de la revisión, pudiendo consultarse en el anexo 2, mostrando las diferencias entre los obtenidos por unos y otros autores y ofreciendo posibles motivos que explican su variabilidad.

8. Limitaciones

Una de las principales limitaciones del estudio es la variabilidad de las muestras, ya que determinados estudios proporcionan muestras de pacientes reales a los que se les aplicó un torniquete en situaciones de emergencia extrahospitalaria, mientras que otros trabajos experimentales muestran datos de oclusión arterial en sujetos sanos. De igual manera podemos diferenciar estudios sobre población civil y población militar, lo que dado la especificidad de la población militar puede suponer una limitación en el estudio. Cabe destacar la diferencia de los datos obtenidos en la autoaplicación del torniquete con la aplicación por parte del personal sanitario.

9. Cronograma

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Búsqueda bibliográfica y lectura de artículos							
Redacción de Estado de la cuestión							
Redacción de Metodología							
Entrega primer borrador						28	
Correcciones							16
Fecha de finalización							27

Tabla 6. Cronograma 2019/2020

10. Bibliografía

1. Fernández, E., Murillo, F., Puppo, A., y Leal, S. (2012). Alternativas terapéuticas de la hemorragia masiva. *Medicina intensiva*, 36(7), 496-503.
2. García, G., Morales, C., y Isaza, L. (2004). Trauma vascular de las extremidades. *Cirugía trauma*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 573-580.
3. Morales, C., Sanabria, A., y Sierra, J. (2002). Vascular trauma in Colombia: experience of a level I trauma center in Medellín. *The Surgical clinics of North America*, 82(1), 195-210.
4. Mejía, J., Puentes, F., Ciro, J., y Morales, C. (2009). Hemorragia y trauma, avances del estudio CRASH2 en Colombia. *Revista Colombiana de Cirugía* 24(3), 175-183.
5. Clouse, W., Rasmussen, T., Peck, M., Eliason, J., Cox, M., Bowser, A., y Rich, N. (2007). In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry. *Journal of the American College of Surgeons*, 204(4), 625-632.
6. Chico, M., Llompарт, J., Guerrero, F., Sánchez, M., García, I., Mayor, M., y Servià, L. (2016). Epidemiología del trauma grave en España. *Registro de Trauma en UCI (RETRAUCI). Fase piloto. Medicina Intensiva*, 40(6), 327-347.
7. Champion, H., Bellamy, R., Roberts, C., y Leppaniemi, A. (2003). A profile of combat injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 54(5), S13-S19.
8. Fernández, J., Merino, A., y Bandrés, S. (2014). Adaptación del torniquete militar a la formación en urgencias extrahospitalarias. *REDUCA*, 6(4).
9. Dayan, L., Zinmann, C., Stahl, S., y Norman, D. (2008). Complications associated with prolonged tourniquet application on the battlefield. *Military medicine*, 173(1), 63-66.
10. MacIntyre, A., Quick, J., y Barnes, S. (2011). Hemostatic dressings reduce tourniquet time while maintaining hemorrhage control. *The American Surgeon*, 77(2), 162-165.
11. Patterson, S., y Klenerman, L. (1979). The effect of pneumatic tourniquets on the ultrastructure of skeletal muscle. *The Journal of bone and joint surgery*. 61(2), 178-183.
12. Kragh J., O'Neill, M., Walters, T., Jones, J., Baer, D., Gershman, L., y Holcomb, J. (2011). Minor morbidity with emergency tourniquet use to stop bleeding in severe limb trauma: research, history, and reconciling advocates and abolitionists. *Military medicine*, 176(7), 817-823.
13. Lakstein, D., Blumenfeld, A., Sokolov, T., Lin, G., Bssorai, R., Lynn, M., y Ben-Abraham, R. (2003). Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 54(5), S221-S225.
14. Drew, B., Bird, D., Matteucci, M., y Keenan, S. (2015). Tourniquet Conversion: A Recommended Approach in the Prolonged Field Care Setting. *Journal of special*

- operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals*, 15(3), 81-85.
15. Wolff L, y Adkins T. (1945). Tourniquet problems in war injuries. *Bulletin of the U.S. Army Medical Department*. 77–85.
 16. Gonzalez, V., Orbañanos, L., Gómez, J., Hossain, S., Pérez J., y Usero, C. (2016). Estudio del torniquete de dotación del Ejército de Tierra. *Sanidad Militar*, 72(2), 87-94.
 17. Kragh J., San Antonio, J., Simmons, J., Mace, J., Stinner, D., White, C., y Jenkins, D. (2013). Compartment syndrome performance improvement project is associated with increased combat casualty survival. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 74(1), 259-263.
 18. Rush, R., Arrington, E., y Hsu, J. (2012). Management of complex extremity injuries: tourniquets, compartment syndrome detection, fasciotomy, and amputation care. *Surgical Clinics*, 92(4), 987-1007.
 19. Gando, S., Tedo, I., & Kubota, M. (1992). Posttrauma coagulation and fibrinolysis. *Critical care medicine*, 20(5), 594-600.
 20. Zunini, G., Rando, K., Martínez, F., y Castillo, A. (2011). Transfusión masiva y manejo del paciente traumatizado: enfoque fisiopatológico del tratamiento. *Cirugía y Cirujanos*, 79(5), 473-480.
 21. Rivera, J. (2012). Evaluación primaria del paciente traumatizado. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 35(2), 136-139.
 22. Trunkey, D., Chapman, M., Lim, R., y Dunphy, J. (1974). Management of pelvic fractures in blunt trauma injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 14(11), 912-923.
 23. Llau, J., Acosta, F., Escolar, G., Fernández, E., Guasch, E., Marco, P., y Torradella, P. (2016). Documento multidisciplinar de consenso sobre el manejo de la hemorragia masiva (documento HEMOMAS). *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 63(1), e1-e22.
 24. Ortega, J., Chávez, M., Covarrubias, J., Díaz Hernández, A., Núques, G., Eduardo, R., y Romero Guillén, P. (2018). Propuesta de protocolo de hemorragia masiva. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, 63(2), 111-116.
 25. Schreckengast, R., Littlejohn, L., y Zarow, G. J. (2014). Effects of training and simulated combat stress on leg tourniquet application accuracy, time, and effectiveness. *Military medicine*, 179(2), 114-120.
 26. Heldenberg, E., Aharony, S., Wolf, T., y Vishne, T. (2015). Evaluating new types of tourniquets by the Israeli Naval special warfare unit. *Disaster and Military Medicine*, 1(1), 1.

27. Wall, P., Duevel, D., Hassan, M., Welander, J., Sahr, S., y Busing, C. (2013). Tourniquets and occlusion: the pressure of design. *Military medicine*, 178(5), 578-587.
28. Guo, J., Yu, L., Pi, H., y Wang, J. (2011). Evaluation of emergency tourniquets for prehospital use in China. *Chinese Journal of Traumatology*, 14(3), 151-155.
29. Jacobs, L. (2015). The Hartford Consensus III: Implementation of Bleeding Control--If you see something do something. *Bulletin of the American College of Surgeons*, 100(7), 20.
30. González, V., Cuadra, M., Usero, M., Colmenar, G., y Sánchez, M. (2009). Control de la hemorragia externa en combate. *Prehosp Emerg Care*, 2(4), 293-304.
31. Graviely, O., Nave, T., Sivan, A., Shabtai-Musih, Y., y Gavriely, N. (2001). Auto transfusion and blood pressure elevation by elastic leg compression in normal subjects. *Haifa, Israel: Faculty of Medicine, Technion-Israel Institute of Technology*.
32. Lakstein, D., Blumenfeld, A., Sokolov, T., Lin, G., Bssorai, R., Lynn, M., y Ben-Abraham, R. (2003). Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 54(5), S221-S225.
33. Kheirabadi, B., Scherer, M., Estep, J., Dubick, M., y Holcomb, J. (2009). Determination of efficacy of new hemostatic dressings in a model of extremity arterial hemorrhage in swine. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 67(3), 450-460.
34. Brodie, S., Hodgetts, T., Ollerton, J., McLeod, J., Lambert, P., y Mahoney, P. (2007). Tourniquet use in combat trauma: UK military experience. *BMJ Military Health*, 153(4), 310-313.
35. Cabello, J. (2015). *Lectura crítica de la evidencia clínica*. Barcelona: Elsevier.
36. Ruterbusch, V., Swiergosz, M., Montgomery, L., Hopper, K., y Gerth, W. (2005). ONR/MARCORSYSCOM evaluation of self-applied tourniquets for combat applications . *Navy experimental diving unit panama city fl*.
37. Boiko, M., y Roffman, M. (2004). Evaluation of a novel tourniquet device for bloodless surgery of the hand. *Journal of Hand Surgery*, 29(2), 185-187.
38. King, R., Filips, D., Blitz, S., y Logsetty, S. (2006). Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 60(5), 1061-1071.

Anexos

Anexo 1: Programas de lectura crítica CASPe

VALIDEZ DE RESULTADOS	
1	¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?
2	¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?
3	¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?
4	¿Se mantuvo el cegamiento a pacientes, clínicos y personal del estudio?
5	¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?
6	¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?

Tabla 7. Validez de resultados según CASPe. Elaboración propia a partir del autor Cabello (2015)

Resultados	
7	¿Es muy grande el efecto del tratamiento?
8	¿Cuál es la precisión de este efecto?

Tabla 8. Resultados según CASPe. Elaboración propia a partir del autor Cabello (2015)

Utilidad	
9	¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?
10	¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?
11	¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?

Tabla 9. Utilidad de resultados según CASPe. Elaboración propia a partir del autor Cabello (2015)

Anexo 2: Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Fernández, E., et al. / 2012	Alternativas terapéuticas de la hemorragia masiva	Ofrece datos epidemiológicos. 100 millones de personas sufren algún tipo de traumatismo, y más de 5 millones, mueren debido a actos de violencia o accidentes, presentando hemorragia masiva y traumatismo craneoencefálico. Define hemorragia masiva. / CASPe: 8
García, G., et al. / 2004	Trauma vascular de las extremidades	Ofrece datos epidemiológicos. Impacto en conflictos bélicos, en la violencia común, en accidentes automovilísticos o en deportes. / CASPe: 7
Morales, C., et al. / 2002	Vascular trauma in Colombia: experience of a level I trauma center in Medellín	Diferencia epidemiológica territorial remarcando variaciones. Lesión en la extremidad superior (31%) y extremidad inferior (28%). / CASPe: 5
Mejía, J., et al. / 2009	Hemorragia y trauma, avances del estudio CRASH2 en Colombia	Ofrece datos epidemiológicos. El trauma es considerado la principal causa de morbilidad en menores de 45 años y la tercera causa de muerte. / CASPe:
Clouse, W., et al. / 2007	In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry	Ofrece datos epidemiológicos. 75% de las lesiones arteriales en las extremidades, más de la mitad de los casos fueron en las extremidades inferiores. / CASPe: 6
Chico, M., et al. / 2016	Epidemiología del trauma grave en España	Causas más frecuentes: los accidentes de tráfico, caídas y precipitaciones, predominando el traumatismo craneal y torácico, siendo la mortalidad en UCI del 12,3% y la hospitalaria del 16%. / CASPe: 7

Tabla 10. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Champion, H., et al. / 2003	A profile of combat injury	Aumentada la incidencia de traumatismos en extremidades. Igualmente indican que se podrían haber evitado multitud de muertes mediante la aplicación de un torniquete como medida primaria de control de la hemorragia. / CASPe: 6
Fernández, J., et al / 2014	Adaptación del torniquete militar a la formación en urgencias extrahospitalarias	Protocolos. Condiciones de aplicación del torniquete como primera medida de control de la hemorragia. Colocación del torniquete en la zona de mayor circunferencia de la extremidad, con una presión ajustada en función al cese del sangrado y nunca sobre la articulación. / CASPe: 6
Dayan, L., et al / 2008	Complications associated with prolonged tourniquet application on the battlefield	Indican uso a discreción de los torniquetes en cualquier extremidad y como primera medida de control de la hemorragia, procediéndose posteriormente a la reevaluación y análisis de una posible conversión mediante agentes hemostáticos. / CASPe: 5
MacIntyre, A., et al. / 2011	Hemostatic dressings reduce tourniquet time while maintaining hemorrhage control	Protocolos. Aplicación de torniquetes en cualquier extremidad y como primera medida de control de la hemorragia. / CASPe: 6
Patterson, S., et al. /1979	The effect of pneumatic tourniquets on the ultrastructure of skeletal muscle	Ausencia de casos documentados de daño tisular, lesión vascular o déficit neurológico permanente tras la correcta aplicación de un torniquete manteniendo el tiempo de aplicación por debajo de las 2 horas, haciendo referencia a que las complicaciones encontradas en la bibliografía son secundarias a una inadecuada aplicación del torniquete. / CASPe: 5

Tabla 11. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Kragh J., et al. / 2011	Minor morbidity with emergency tourniquet use to stop bleeding in severe limb trauma: research, history, and reconciling advocates and abolitionists	Indican una ausencia de casos documentados de daño tisular, lesión vascular o déficit neurológico permanente tras la correcta aplicación de un torniquete La supervivencia de los pacientes a quienes se les aplicó torniquete antes de la aparición de shock fue del 96% contra el 4% de supervivencia de los pacientes que no recibieron esta atención. De igual manera, la supervivencia de los pacientes a los que se les aplico el torniquete prehospitalario fue mayor que la de los pacientes sobre los que fue aplicado en el hospital. / CASPe: 6
Lakstein, D., et al. / 2003	Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience	47% de los torniquetes fueron aplicados en situaciones no indicadas y a pesar de ello no se produjeron complicaciones en las aplicaciones inferiores a 150 minutos. De esta manera afirmaron que no emplear el torniquete supone mayor riesgo que las posibles complicaciones secundarias a éste. / CASPe: 7
Drew, B., et al. / 2015	Tourniquet Conversion: A Recommended Approach in the Prolonged Field Care Setting	Protocolos. "Torniquete plus-1", indicando la colocación de un torniquete aflojado en cada extremidad donde ya se ha aplicado un torniquete. Habla sobre el tiempo de aplicación y su alteración en función de diferentes condiciones. / CASPe: 8
Wolff L, et al. / 1945	Tourniquet problems in war injuries.	Rechaza la conversión de un torniquete ante amputación, imposibilidad de vigilar al paciente o ante un paciente en shock. / CASPe: 6

Tabla 12. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Gonzalez, V., et al. / 2016	Estudio del torniquete de dotación del Ejército de Tierra.	<p>CONMIL es similar al modelo EMT, caracterizado por el uso del manquito neumático. Este modelo obtiene una oclusión arterial del 73 % en autoaplicación y un tiempo de aplicación de 41,5 segundos.</p> <p>CONMIL: oclusión arterial en MI del 50%, aunque se logró un 73% mediante una correcta autoaplicación del torniquete, siendo inferior a los datos obtenidos acerca del modelo CAT (94%) y SOFT (87%).</p> <p>Determina una oclusión arterial, mediante lectura Doppler, de un 80% sobre MS y de un 50% sobre MI mediante el modelo CONMIL sin autoaplicación.</p> <p>/ CASPe: 6</p>
Kragh J., et al. / 2013	Compartment syndrome performance improvement project is associated with increased combat casualty survival	<p>Estudio sobre 499 pacientes con trauma vascular, tanto civiles como militares, a los que se aplicó un torniquete, con un total de 862 torniquetes empleados. Los resultados indican que la supervivencia de los pacientes a quienes se les aplicó torniquete antes de la aparición de shock fue del 96% contra el 4% de supervivencia de los pacientes que no recibieron esta atención. De igual manera, la supervivencia de los pacientes a los que se les aplicó el torniquete prehospitalario fue mayor que la de los pacientes sobre los que fue aplicado en el hospital. Cabe destacar que refiere no haber encontrado complicaciones derivadas de su uso. / CASPe: 6</p>
Rush, R., et al. / 2012	Management of complex extremity injuries: tourniquets, compartment syndrome detection, fasciotomy, and amputation care	<p>La hipotermia perpetúa la coagulopatía y, por tanto, debe prevenirse, y la reducción temprana de fracturas y luxaciones puede mejorar la perfusión de la extremidad. / CASPe: 8</p>

Tabla 13. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Gando, S., et al / 1992	Posttrauma coagulation and fibrinolysis	Determinan que “la lesión tisular genera exposición de la tromboplastina tisular subendotelial, desencadenando la activación de la cascada de coagulación”. / CASPe: 7
Zunini, G., et al. / 2011	Transfusión masiva y manejo del paciente traumatizado: enfoque fisiopatológico del tratamiento	Determina la triada letal. Complicaciones del sangrado masivo. Los factores de riesgo para desarrollar coagulopatía son acidosis con pH < 7.1, hipotensión arterial presión arterial sistólica < 70 mmHg, hipotermia (temperatura central < 34 °C). / CASPe: 7
Rivera, J. / 2012	Evaluación primaria del paciente traumatizado	Protocolos. / CASPe: 5
Trunkey, D., et al. / 1974	Management of pelvic fractures in blunt trauma injury	Distribución trimodal en función de la severidad de las lesiones. / CASPe: 7
Llau, J., et al. / 2016	Documento multidisciplinar de consenso sobre el manejo de la hemorragia masiva	Definición de hemorragia masiva como cualquier hemorragia que amenaza la vida y requiere transfusión urgente y masiva de hemoderivados. / CASPe: 6
Ortega, J., et al. / 2018	Propuesta de protocolo de hemorragia masiva.	Parámetros de activación de protocolos. / CASPe: 6
King, R., et al. / 2006	Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces	Emt: oclusión arterial del 100%. / CASPe: 6
Boiko, M., et al. / 2004	Evaluation of a novel tourniquet device for bloodless surgery of the hand	Att: aumenta la presión sistólica y diastólica sin alteraciones significativas de los parámetros bioquímicos. / CASPe: 6

Tabla 14. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
Schreckengaust, R., et al. / 2014	Effects of training and simulated combat stress on leg tourniquet application accuracy, time, and effectiveness	Tiempos de aplicación de otros modelos, como el SOFT (64 segundos) y el CAT (57 segundos). / CASPe: 6
Heldenberg, E., et al. / 2015	Evaluating new types of tourniquets by the Israeli Naval special warfare unit	Soft: oclusión arterial del 94% y un tiempo aplicación de 24 segundos. Tiempo de aplicación drásticamente menor (CAT 19 segundos y SOFTT 24 segundos), mostrando también mejores resultados en la oclusión durante la aplicación sobre MS (CAT 90% y SOFTT 94%), aunque esta variación puede justificarse con la diferencia a nivel de experiencia de la muestra. / CASPe: 6
Wall, P., et al. / 2013.	Tourniquets and occlusion: the pressure of design	Oclusión CAT: 94% (MI) y 100% (MS). / CASPe: 7
Guo, J., et al. / 2011	Evaluation of emergency tourniquets for prehospital use in China	Los torniquetes homologados son más eficaces que los torniquetes de circunstancias. De igual manera, diversos estudios indican mayor nivel de oclusión empleando modelos CAT, SOFT y EMT. / CASPe: 7
Jacobs, L. / 2015	The Hartford Consensus III: Implementation of Bleeding Control--If you see something do something	Recomienda la capacitación de los ciudadanos en la realización de primeros auxilios. / CASPe: 6
Ruterbusch, V., / 2005	ONR/MARCORSYSCOM evaluation of self-applied tourniquets for combat applications	Mat oclusión arterial del 80,48%, un tiempo medio de aplicación de 59,5 s (para personal no experimentado) y de 19,5 s (para personal instruido). / CASPe: 7

Tabla 15. Extracción de datos y puntuación CASPe

Autor / Año	Titulo	Datos extraídos / CASPe
González, V., et al. / 2009	Control de la hemorragia externa en combate	Hemorragia incontrolada como primera causa de muerte del combatiente en operaciones de combate” suponiendo hasta el 50% de los casos, afirmando que hasta el 20% de los fallecimientos se produce antes de que puedan recibir asistencia sanitaria. Tiempo de colocación de 15 a 20 segundos Tiempo de permanencia es de máximo es de 2 a 2.5 horas sin ser removido. MAT es uno de los torniquetes de más fácil manejo y aplicación, pudiendo realizarse con una sola mano. / CASPe: 6
Graviely, O., et al. / 2001	Auto transfusion and blood pressure elevation by elastic leg compression in normal subjects	Describieron un aumento de las presiones sistólica y diastólica y la aparición de significativos cambios de los parámetros bioquímicos, como incremento ligero del ph, aumento del K+, CPK y hemoglobina. / CASPe: 6
Kheirabadi, B., et al. / 2009	Determination of efficacy of new hemostatic dressings in a model of extremity arterial hemorrhage in swine	Torniquete como primera línea de tratamiento de la hemorragia externa en situaciones bajo fuego enemigo. / CASPe: 5
Brodie, S., et al. / 2007	Tourniquet use in combat trauma: UK military experience	Cat: modelo obtuvo una eficacia del 81,4% en la oclusión arterial. / CASPe: 6

Tabla 16. Extracción de datos y puntuación CASPe

