

UAH

Walking blood bank:
¿Interesa operativizarlo en las
FFAA?

Grado en Medicina

**Presentado por:
Marta Sebastián Nuez**

**Tutorizado por:
Don Natalio García Honduvilla**

**Cotutorizado por:
Cap. José Rogelio Díaz Valdés**

Alcalá de Henares, a 30 de mayo de 2022

**FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE
LA SALUD**

Tabla de contenido

Resumen.....	4
Palabras clave.....	4
Abstract	4
Key words	5
Hipótesis El desarrollo de un protocolo transfusional estandarizado basado en el WBB mejoraría la atención sanitaria en zona de operaciones.....	5
Glosario	6
Introducción	7
Material y métodos.....	11
Resultados	12
Ventajas del uso de sangre completa frente a componentes.....	12
Recomendaciones e indicaciones de la sangre completa: Cuando activar el protocolo	13
Personal y material necesario	15
Sangre segura	16
Screening.....	16
Tipaje de la sangre del donante	17
Marcaje y registro del donante	17
Conservación de sangre completa	18
Procedimiento	18
Plan de reserva para crisis: Transfusión directa	19
Actuación ante reacciones transfusionales	21
Discusión.....	22
Sangre completa: ¿fresca o almacenada?	22
Sangre universal VS tipo específico.....	23
Cada cuanto pueden donar los donantes y cuánto stock debemos tener	24
En qué misiones es viable establecerlo	24
Recuperación de donantes.....	25
Conclusiones	26
Agradecimientos	26
Bibliografía	27
Anexo 1 – Material	31
Anexo 2 – Hemovigilancia y reacciones transfusionales.....	32
Anexo 3 – Pre-screening	33
Anexo 4 - Registro de transfusión.....	34
Anexo 5 – Checklist transfusión	35

Anexo 6 – Algoritmo de transfusión de sangre completa fresca.....	36
Anexo 7 – Algoritmo de transfusión de sangre completa almacenada	36
Anexo 8 – Poster	37

Resumen

El uso de sangre completa ha demostrado a lo largo de la historia su superioridad frente a los componentes en el paciente politraumatizado, proporcionando un transporte de oxígeno óptimo sin necesidad de diferentes modalidades de almacenaje y cuidado específicas como lo hacen los componentes. Mientras otros ejércitos ya utilizan la sangre completa debido a la fuerte evidencia a favor de su uso, nuestras FFAA continúan haciendo uso de componentes sanguíneos y expansores de plasma.

El objetivo de este trabajo es mostrar como un “banco de sangre vivo” puede proporcionar un suministro de sangre completa segura de forma rápida en el paciente politraumatizado. Para ello, se ha diseñado un protocolo de actuación que incluye diferentes fórmulas para calcular, de forma sencilla, las potenciales necesidades de sangre de un paciente.

El personal a cargo de la transfusión realizará un screening y tipaje de la sangre donada, así como un registro de los donantes con el fin de establecer un banco de sangre vivo rotatorio en el que los donantes, controlados epidemiológicamente, pueden donar de forma periódica perpetuando así los suministros.

Además, se contempla un protocolo de emergencia para casos de rotura de stock, que involucra a todo el personal desplegado, adiestrado para llevar a cabo la transfusión persona-persona con el fin de proporcionar un aporte de sangre precoz al paciente.

Por último, se plantea cómo puede repercutir a la condición física de los donantes las transfusiones periódicas, así como la posibilidad de establecerlo en las distintas misiones desplegadas en el extranjero.

Palabras clave

Sangre completa fresca, sangre completa almacenada, ambiente prehospitalario, transfusión directa, protocolo, componentes, Zona de operaciones, hemorragia exanguinante.

Abstract

The use of whole blood has historically demonstrated its superiority over components in pre-hospital environment, providing optimal oxygen transport without the need for different storage modalities and specific care as components do. While other armies are

already using whole blood due to the strong evidence in favour of its use, our Armed Forces continue to make use of blood components and plasma expanders.

The aim of this paper is to show how a walking blood bank can provide a safe and rapid supply of whole blood in the pre-hospital environment. Therefore, we have designed a protocol which includes different formulas to calculate, in a simple way, the potential blood needs of a patient.

The staff in charge of the transfusion will carry out a screening and typing of the donated blood, as well as a register of donors in order to establish a rotating walking blood bank in which donors, epidemiologically controlled, are able to donate periodically, thus perpetuating supplies.

In addition, an emergency protocol is envisaged for cases of stock-outs, involving all deployed personnel, trained to carry out buddy transfusion in order to provide an early blood supply to the patient.

Finally, the impact of regular transfusions on the physical condition of donors is discussed, as well as the possibility of establishing it in the various missions deployed abroad.

Key words

Fresh whole blood, stored whole blood, pre-hospital environment, buddy transfusion, protocol, components, operations theatre, exsanguinating haemorrhage.

Hipótesis

El desarrollo de un protocolo transfusional estandarizado basado en el WBB mejoraría la atención sanitaria en zona de operaciones

Glosario

AB0: Sistema que se usa para agrupar la sangre humana en diferentes tipos de acuerdo con la presencia o ausencia de ciertos marcadores en la superficie de los glóbulos rojos.

Los cuatro tipos principales de sangre son A, B, O y AB (1)

Ac: Anticuerpos

Ag: Antígeno

Buddy transfusion: Término utilizado por el ejército estadounidense que hace referencia a la transfusión directa de sangre completa fresca entre compañeros.

CPDA-1: Citrato Fosfato Dextrosa Adenina (solución anticoagulante)

FFAA: Fuerzas Armadas

FC: Frecuencia cardíaca

HBsAg: Antígeno de superficie; es un complejo proteínico que envuelve la nucleocápside del virus de la hepatitis B

HTLV: Virus linfotrópico de células T Humanas

MASCAL: Massive Casualties; Situación de emergencia sanitaria que consiste en un Incidente de múltiples víctimas.

PAM: Presión arterial media

Point of wounding: Lugar en el que un combatiente es herido o se encuentra lesionado en el campo de batalla.

SCA: Sangre completa almacenada

SCF: Sangre completa fresca

SDRA: Síndrome de distress respiratorio agudo

SVACOM: Soporte vital avanzado en combate

TAS: Tensión arterial sistólica

TN: Territorio Nacional

VDRL: Venereal Disease Research Laboratory; es un análisis de sangre que tiene como objetivo diagnosticar y evaluar la respuesta al tratamiento para la sífilis

VHB: Virus de la hepatitis B

VHC: Virus de la hepatitis C

VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humano

WBB: Walking Blood Bank o Banco de sangre vivo; hace referencia a un grupo de donantes habituales entre el personal desplegado en misiones en el extranjero, generando una reserva continua y reciclada de sangre en el ROLE establecido.

ZO: Zona de Operaciones

Introducción

La hemorragia exanguinante es la primera causa de muerte en combatientes desplegados en misiones en el extranjero. (2) Por ello, a lo largo de los conflictos bélicos que ha vivido la Historia, se han ideado diferentes formas de hacer llegar la sangre o sus componentes a Zona de Operaciones (ZO) como tratamiento del paciente politraumatizado y el shock hemorrágico.

Tras el descubrimiento de los grupos sanguíneos, la 1ª guerra mundial fue el primer conflicto que provocó un gran desarrollo en la evolución de las transfusiones hemáticas. En este ámbito destacan dos hitos:

Por un lado, el cirujano canadiense Lawrence Bruce Robertson realizó la primera transfusión directa en primera línea, poniendo sobre la mesa la importancia de la transfusión temprana de sangre completa en contraposición al uso de suero salino, que era lo que se venía haciendo hasta el momento.

En este mismo momento histórico, el capitán médico O.H. Robertson estudió las condiciones del almacenaje de sangre y desarrolló la primera botella de transfusión, que permitía almacenar sangre fresca y suponía un avance frente a la transfusión directa realizada por su contemporáneo, al permitir realizar un tipaje de la misma durante el almacenamiento.

Aunando ideas de ambos autores, durante la 1ª Guerra Mundial, se formalizó el primer programa de donación de sangre en el ámbito castrense (R. Lee, Andrew Fullerton et al.),

en el que se utilizaron donantes tipo 0 y se formalizó el tipaje, cribado y almacenamiento de la sangre con citrato. Esto supuso un importante avance ya que permitió transportar la sangre al lugar donde se encontraba el herido. (3)

En la Guerra Civil Española (1936-1939) Norman Bethune organizó un servicio de transfusión móvil basándose en su experiencia de la Primera Guerra Mundial "¿Por qué llevar a los hombres que sangran de vuelta al hospital cuando la sangre debería viajar hacia ellos?" (4)

Además, durante la Guerra Civil Española, 28.900 donantes donaron 9.000 litros de sangre completa tanto fresca como almacenada pasando la misma un screening de tuberculosis, malaria y sífilis. Con la llegada del fraccionamiento de la sangre, se pudo separar el plasma de la sangre total y se utilizó por primera vez en este combate para tratar a los heridos de guerra.

Durante la segunda guerra mundial, el ejército inglés utilizó sangre completa y el americano componentes fraccionados, obteniendo un número menor de bajas en combate el primero. En 1943, el Col Edward D. Churchill realizó un estudio comparativo sobre medidas de resucitación prehospitalarias en el que concluyó que el plasma es la primera medida de primeros auxilios en apoyo de la sangre completa, siendo ésta de elección para la resucitación de bajas en el campo de batalla (ROLE1) puesto que desciende la probabilidad de daño orgánico y la mortalidad.

Si bien estos conocimientos sentaron base para conflictos posteriores, no había ningún protocolo establecido, lo cual dificultó su aplicación y puesta en escena cuando en 1950 estalló la guerra de Corea. Durante este periodo, el Dr. Walter L. Bloom declaró lo que más tarde quedaría comprobado: *“Aunque algo deprimente, es interesante observar informes del programa de transfusiones en la guerra de Corea en los que parece haberse olvidado toda la experiencia aprendida durante la Segunda Guerra Mundial y cómo la tendencia ha sido volver al uso de componentes en lugar de sangre completa para el manejo de bajas en combate”* Además, añadió que *“La eficacia de los expansores de plasma es cuestionable y su uso debería quedar en un segundo plano para casos de emergencia, pues la primera necesidad de las bajas en combate es de sangre completa”* (5)

Durante la guerra de Vietnam (1955-1975), se comenzó utilizando tanto sangre tipo 0 a títulos bajos como sangre AB0. Según avanzó la guerra y disminuyeron las reservas de

sangre completa, se instauró un régimen de fluidoterapia agresiva a base de componentes (plasma y PRC), cristaloides y coloides (dextranos). Esto produjo un aumento de los casos de fallo pulmonar agudo, denominado DaNang Lung o SDRA que aparecía como causa de muerte temprana tras una hemorragia severa. (4)

En 1970, Shires et al. estudiaron cómo la hipotensión mantenida se asocia al desarrollo de lesión microvascular, y ésta solo podía ser corregida con cristaloides. Esto propulsó el uso de cristaloides en el tratamiento del shock hemorrágico, que con el paso del tiempo daría lugar a un uso irresponsable y excesivo de los mismos repercutiendo en el manejo de los pacientes. (6)

Así, durante los 80 y los 90, se continuó utilizando cristaloides de manera agresiva, dejando para casos de extrema necesidad la sangre completa. Fue a partir de 1990 cuando se reafirmó la superioridad de la sangre completa, resultado de varios estudios entre los que destaca la publicación de Kaweski et al., 1990 *“The effect of prehospital fluids on survival in trauma patients.”*

Si bien a principios de los 2000 se continuó utilizando concentrados de hematíes y plasma para las transfusiones, se observó la aparición frecuente de la triada “hipotermia, acidosis y coagulopatía”, que acabó por desplazar la tendencia de nuevo hacia el uso de sangre completa en 2004. (7)

En Bagdad (2004) se recuperó de nuevo el uso de sangre completa tipos AB0 en ZO, utilizando y finalmente, en octubre de ese mismo año, se realizaron unas guías de tratamiento para el uso temprano de sangre completa o uso de componentes en proporciones 1:1:1 en caso de no haber disponibilidad de la primera(8)

Desde 2005 hasta la actualidad, se han ideado otras formas de transportar sangre para trasfudir hasta el “point of wounding”, entre las que han destacado el proceso de aféresis de plaquetas conservadas tanto a 22°C con una vida media de 5 días (9) como a 4°C con una función hemostática superior y mayor vida media (2014, Dr. Andrew Cap) (10)

A partir de los derivados hemáticos, se han desarrollado otros métodos de conservación de los componentes como el plasma seco (personal médico francés en 2009) (11) o plasma seco congelado (desarrollado por las fuerzas especiales americanas en 2012 y utilizado más adelante por el ejército Israelí) (12)



No fue hasta 2013 cuando se ideó una manera de almacenar la sangre completa donada, que podría mantener una buena homeostasis de hasta 14 días. Desde ese momento, el ejército estadounidense y el noruego comenzaron a transportar sangre completa tipo 0 a títulos bajos a ZO para el tratamiento de la hemorragia exanguinante. (13,14)

Actualmente, nuestras Fuerzas Armadas hacen uso de sangre donada en el Centro de Transfusión de las FFAA. Esta sangre se fracciona a través de centrifugación y filtración para separar los elementos celulares útiles (glóbulos rojos y plaquetas) de los no utilizables (glóbulos blancos). Posteriormente, cada uno de los componentes debe ser almacenado en unas condiciones específicas para cada uno de ellos (Tabla 1)

Los glóbulos rojos pueden ser congelados, lo cual permite alargar su vida hasta 10 años; sin embargo, necesitan para ello glicerol en cantidades que son tóxicas para el ser humano, lo cual complica el proceso haciendo imposible su uso de forma directa. Por ello, los concentrados de hematíes se conservan refrigerados en solución aditiva que optimiza su función.

Por otro lado, las plaquetas tienen una vida útil máxima de 7 días desde su donación, lo cual hace imposible su traslado a ZO en estas condiciones. Por ello, los concentrados de plaquetas se criopreservan para poder hacer posible su traslado.

El plasma, que tiene una vida útil de 3 meses, debe ser sometido a la inactivación de virus para evitar la transmisión de enfermedades, siendo el plasma fresco inactivado el que será de uso transfusional.

Una vez conservado cada componente en las condiciones necesarias, debe realizarse el traslado a ZO. Para ello es necesario un equipo especial que mantenga dichas condiciones: los concentrados de hematíes (<10°C), el plasma fresco congelado (<25°C) y las plaquetas congeladas (-70°C) se transportan en contenedores isotérmicos capaces de mantener una temperatura y condiciones de humedad adecuadas en cada caso.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo es estudiar las ventajas de la sangre completa, que proporciona una buena homeostasis y oxigenación tisular reduciendo el riesgo de muerte por shock hemorrágico(15), frente al actual uso de hemocomponentes en ZO.

Además, se pretende crear un protocolo factible y seguro que permita poner en marcha las transfusiones de sangre completa para la resucitación hemostática de manera sistemática, sencilla y segura, anticipando las necesidades de productos hematológicos en situaciones MASCAL en un ambiente prehospitalario.

Material y métodos

La presente revisión bibliográfica se ha efectuado con la base de datos de PubMed, de forma retrospectiva, en el periodo de octubre de 2021 a enero de 2022.

Para la selección de los artículos se ha realizado una búsqueda a partir de palabras clave estandarizadas empleando los términos “Walking Blood Bank” “Whole blood” y “Transfusion”. Además, se ha aplicado como criterio de búsqueda que los artículos estuviesen redactados en inglés o en español, así como un filtro para seleccionar los artículos publicados en los últimos 10 años (2012-2022)

De un total de 17 artículos encontrados se han seleccionado aquellos que se ajustan más al motivo del trabajo según lo indicado en el título y resumen.

Además, se han obtenido artículos históricos en los que el criterio de fecha de publicación en la búsqueda ha variado para ajustarse a la época histórica y a las publicaciones más relevantes de cada momento.

También se ha consultado la normativa transfusional vigente tanto en nuestras FFAA como en el ámbito civil; no solo la información recogida en leyes y decretos sino también en guías y protocolos de transfusión actuales.

Por último, se han revisado protocolos para el uso de sangre completa, así como guías de práctica clínica utilizadas con éxito por otros ejércitos europeos e internacionales en la actualidad.

El número final de artículos incluidos para la elaboración del presente trabajo ha sido de 33, a partir de los cuales se va a desarrollar un protocolo basado en la evidencia que desarrolle el uso de sangre completa en ZO.

Resultados

Ventajas del uso de sangre completa frente a componentes

Ante un paciente con una pérdida sanguínea significativa aparece la necesidad de reponer las funciones hemostáticas perdidas en el menor tiempo posible para evitar la hipoxia celular.

Los eritrocitos son las únicas células capaces de distribuir oxígeno al resto de células y son necesarios para detener y compensar la falta de oxígeno. Además, tanto estos como el plasma y las plaquetas son necesarios para la formación del coágulo y hemostasia.

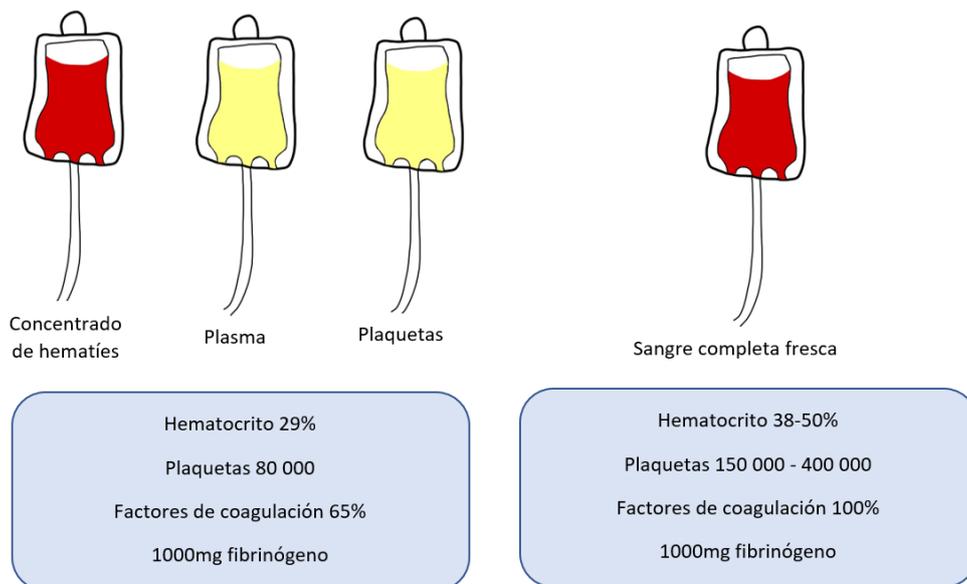


Ilustración 1 - Armand & Hess, *Transfusion Med. Rev.*, 2013

Los hemocomponentes administrados en proporciones 1:1:1 dan como resultado un volumen total de 680ml. Proporcionan un hematocrito del 29%, un 65% de factores de coagulación y 80000 plaquetas. En contraposición a los hemocomponentes, 500ml de sangre completa fresca proporcionan un hematocrito del 38-50%, un 100% de factores de coagulación y entre 150000-400000 plaquetas. Esto significa que no existe una forma de ajustar los hemocomponentes a las proporciones reales de la sangre perdida por el paciente.

Así, la sangre completa proporciona todos los componentes en proporciones reales sin necesidad de diferentes modalidades de almacenaje y cuidado específicas, lo cual reduce la complejidad del proceso y con ello los potenciales errores humanos. Además, el uso de sangre templada (temperatura corporal real) ofrece un transporte de oxígeno máximo y una buena función hemostática capaz de prevenir la triada letal: hipotermia, acidosis y coagulopatía. (16)

Recomendaciones e indicaciones de la sangre completa: Cuando activar el protocolo

El volumen sanguíneo estimado promedio del adulto representa el 7% del peso corporal (o 70 mL/kg de peso), lo que para un adulto de 70 kg significa 5L. La estimación del volumen sangrado suele ser difícil y requiere integrar diferentes parámetros resumidos en la Tabla 1, sin embargo, los signos de shock no se hacen

INDICADORES DE HIPOPERFUSIÓN

- Relleno capilar enlentecido
- Taquicardia
- Hipotensión
- Oliguria
- Lactato sanguíneo elevado
- Saturación de oxígeno disminuida
- Disminución del nivel de conciencia sin antecedente de TCE

evidentes hasta que la pérdida alcanza el 15-20% (hemorragia de clase II), siendo necesario el uso de sangre cuando el sangrado excede el 30% de volemia (hemorragia clase III)(17) (Tabla 2)

Tabla 1- Indicadores de hipoperfusión (17)

La presencia de hipotensión arterial asociada a signos de hipoperfusión periférica y visceral orientan al diagnóstico de shock. Una PAM inferior a 50 mmHg se asocia a una caída del flujo sanguíneo que comprometerá la vascularización de los distintos órganos. Los sistemas compensatorios logran mantener la presión arterial sistémica con pérdidas de hasta un 30 a 35%. Si la hemorragia supera esta magnitud, la compensación neuroendocrina es sobrepasada y se compromete la estabilización cardiovascular, por lo que se desencadena la fase no controlada o progresiva del shock hemorrágico. La

disminución de la PAM disminuye la presión de perfusión coronaria y finalmente se produce isquemia miocárdica y paro cardíaco (18)

PARÁMETRO	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
Sangrado (ml)	<750	750-1500	1500-2000	>2000
Sangrado (%)	<15	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
SNC	Normal	Ansiedad	Confusión	Letargo

Tabla 2-Clasificación de grados de la hemorragia según parámetros (17)

Así, la disminución de la morbimortalidad en el paciente politraumatizado depende de la detección precoz del estado de shock y el manejo adecuado a tiempo.

Los marcadores clásicos de estabilidad hemodinámica son los reflejados en las tablas 1 y 2. Desgraciadamente, estos parámetros pueden verse alterados por el dolor, la hipotermia, shock neurogénico o cardiogénico, medicación analgésica o betabloqueante, haciendo que la interpretación de las constantes se vea alterada. (19) Otra limitación que encontramos en estos parámetros, es su modificación tardía; pues se modifican como respuesta compensatoria a pérdidas de volemia y homeostasis.

Todo ello, supone un retraso en la identificación precoz de los pacientes con hemorragia activa y por ende un comienzo tardío de las terapias imprescindibles para el control del sangrado.

En los últimos años se han propuesto diferentes mecanismos para identificar a los pacientes con probabilidad de sangrado severo, entre los que destacan:

1. **Trauma Associated Severe Hemorrhage Score (TASH):** Valora siete variables independientes correlacionadas con un aumento de probabilidad de transfusión masiva y con diferente ponderación: TAS, hemoglobina, presencia de fluido intraabdominal, fracturas de huesos largos o pélvicas complejas, FC y exceso de base. (20)

2. **Assessment of Blood Consumption score (ABC):** Asigna un valor de 0 o 1 a la presencia de trauma penetrante, eco-fast abdominal, tensión arterial sistólica (TAS) < 90 mm Hg y frecuencia cardíaca (FC) > 120 lpm (estos dos últimos a la llegada). Se define como predictor de transfusión masiva para valores ≥ 2 (20)
3. **McLaughlin score:** Que valora un pulso > 105 lpm, PAS < 110 mm Hg, pH < 7,25 y hematocrito < 32 %. (21)
4. **Pulse Rate Over Pressure score (ROPE):** división entre la frecuencia cardíaca por la diferencia entre la tensión arterial sistólica y la tensión arterial diastólica. Se ha considerado predictor de transfusión masiva cuando sus valores son ≥ 3 (21)
5. **Shock Index** (21): Calcula la predicción de transfusión masiva con la división entre la FC y la TAS. Sus valores normales habituales oscilan entre 0,5 y 0,71. Se ha considerado como un buen indicador de necesidad de transfusión masiva para la necesidad de control del foco sangrado. (21)

Personal y material necesario

La atención sanitaria en el ámbito militar se divide en ROLES o Escalones. El manual logístico de la OTAN reconoce cuatro ROLES de apoyo sanitario que se organizan de forma progresiva.

El *ROLE 1* es el primer escalón y más básico de los 4. Tiene capacidades para proporcionar primeros auxilios, medidas de salvamento inmediato y triaje. Por su parte, un *ROLE 2* provee evacuación de las instalaciones de *ROLE 1*, triaje y reanimación. Además, se hace cargo del tratamiento del paciente hasta su vuelta al servicio o evacuación a un nivel superior.

Este protocolo está pensado para establecerlo en un *ROLE 2*, donde existe capacidad para realizar donaciones de sangre y almacenarla en condiciones óptimas. Sin embargo, esta sangre, en ocasiones, debe ser transportada al *ROLE 1* o al lugar seguro más cercano a donde se ha



producido la baja, pues el tiempo es un factor pronóstico determinante en estos casos.
(22)

El personal necesario para llevar a cabo la transfusión de sangre completa dependerá de la situación táctica en la que nos encontremos. Ante un caso aislado, el paciente podrá ser diagnosticado por el médico a cargo en ZO y trasfundido, en caso de necesidad, por el equipo de enfermería.

Ante un incidente de múltiples víctimas, el personal que normalmente lleva a cabo las actividades transfusionales (enfermería y medicina) va a ser requerido para la atención del paciente politraumatizado, por lo que conviene instruir al resto del personal sanitario disponible en el ROLE para realizar las transfusiones.

El ROLE 2 dispone de servicio médico, veterinario, farmacéutico, odontológico y psicológico, por lo que sería conveniente que todo este personal esté instruido en transfusiones. Para ello se propone incluir un módulo de “transfusión de sangre completa” en el SVACOM, que será realizado por este personal militar sanitario cada 2 años y previo a cada despliegue en el extranjero. Esto permitirá disponer de personal altamente cualificado en el manejo y procedimiento de las transfusiones en situaciones de emergencia.

Además, sería de gran interés que, tanto en la fase de concentración pre-misión como periódicamente una vez desplegados, el personal sanitario que haya completado este módulo de formación en transfusiones, instruya al resto de combatientes para situaciones de extrema emergencia en las que la transfusión directa sea necesaria de manera inmediata y no sea posible que los servicios sanitarios de emergencia lleguen al “point of wounding” en el tiempo necesario.

El material necesario para la transfusión de sangre completa se recoge en el anexo 1. Es misión del jefe de botiquín la revisión periódica de todo el material transfusional así como el conocimiento de su ubicación, que facilitará el cumplimiento de los tiempos cuando tenga que llevarse a cabo.

Sangre segura

Screening

Previo al proceso transfusional deben realizarse una serie de pruebas de seguridad. Para seleccionar el personal que potencialmente pueda convertirse en donante, se realizará una

primera aproximación obteniendo información sobre factores y conductas de riesgo de los usuarios a través de cuestionarios de salud. (Anexo 3)

Una vez realizada esta primera criba, debemos llevar a cabo un screening de las enfermedades transmisibles más prevalentes e incidentes (individualizar según zona de operación y grupo poblacional) a todo el personal previamente seleccionado. Estas son: VHC, HBsAg para VHB, VIH, Malaria, VDRL para sífilis, toxoplasma, HTLV-1, virus del Nilo occidental y T. cruzi.

Tipaje de la sangre del donante

Una vez extraída una muestra de sangre del donante, debe realizarse una tipificación de grupo sanguíneo en la que se determinará tanto el grupo sanguíneo (ABO) como la presencia o carencia de Ag D, lo cual determinará el Rh del donante.

Las personas con grupo sanguíneo 0 serán estudiadas, además, para ver los niveles de Ac anti-A y anti-B que tienen. No existe un consenso internacional que establezca un límite entre títulos altos o bajos de estos Ac; sin embargo, las Fuerzas Armadas de algunos países vecinos sí que se han establecido estos valores, siendo considerados títulos bajos cuando $IgM < 100$ e $IgG < 400$ según el protocolo seguido por el ejército de Noruega (23)

Además, nuestras FFAA, que en el momento actual se sirven entre otros componentes de plasma fresco concentrado, remiten a ZO un títulos anti-ABO $< 1:50$

Ante una discordancia de grupo hemático y sérico, el donante será excluido del WBB y remitido al hospital de referencia en TN para ampliar estudio tras la finalización de su servicio en el extranjero.

Marcaje y registro del donante

Tan importante es la obtención de la muestra y pruebas que se realizan a la misma como su registro y comprobación con datos anteriores. Además, este es un punto de partida clave para la preparación de una situación MASCAL, en la que vamos a tener un menor tiempo de acceso y medios a pruebas y screening, por lo que va a resultar vital la información segura que hayamos obtenido previamente.

Conservación de sangre completa

Una vez extraída la sangre de los donantes, ésta debe ser leucorreducida con un filtro que viene acoplado al propio sistema de extracción, conservada con CPDA-1 (solución anticoagulante) y refrigerada a una temperatura entre 2-6°C. En estas condiciones, y sin romper la cadena de frío, la sangre completa puede durar hasta 21 días; si bien es cierto que la bibliografía referida muestra que las propiedades hemostáticas se conservan



Filtro leucorreductor 1

durante 10 días, por lo que es preferible utilizarla en este margen de tiempo. (24,25). Las bolsas de sangre completa almacenadas por más de 10 días verán su actividad hemostática (plaquetaria, eritrocitaria y de los factores de coagulación del plasma) disminuida pero seguirán estando indicadas frente al uso de expansores en pacientes con hemorragias severas.

La temperatura de almacenamiento de las bolsas de sangre completa debe ser monitorizada de manera continua, pues ante una ruptura en la cadena de frío, la probabilidad de contaminación por bacterias aumenta exponencialmente.

Procedimiento

Una vez obtenido nuestro “banco de sangre vivo” y un stock suficiente de sangre completa en el ROLE2, estaremos listos para actuar en caso de necesidad.

Según las últimas guías del TCCC, deben administrarse 2g de ácido tranexámico previo a la transfusión así como en caso de heridas tipo blast con alteración del estado de consciencia. Deberá realizarse por vía intravenosa o intraósea lo antes posible y nunca pasadas las 3 horas desde el incidente. (26)

A continuación, se llevará a cabo la transfusión de sangre completa la cual, a pesar de haber seguido un protocolo de seguridad, debe ser fenotipada previo a su uso. Para ello se han de seguir los siguientes pasos:

- Identificar grupo sanguíneo del paciente
- Seleccionar una bolsa de sangre almacenada. Si la transfusión es urgente se realizará preferiblemente de grupo 0 con títulos bajos, mientras que si es una transfusión programada se priorizará el uso del isotipo concreto del donante
- La sangre debe ser trasfundida a temperatura corporal. Para ello, se ha diseñado un dispositivo portátil de calentamiento de sangre y fluidos intravenosos capaz de atemperar sangre completa refrigerada a 2-6°C hasta 37°C a un flujo de 150ml/min (27)
- La sangre completa debe administrarse a través de sistemas de infusión que contengan filtros, a velocidad de 60 - 80 gotas/min.

Si con una sola bolsa no fuera suficiente para llevar a cabo la resucitación inicial del paciente, deberán utilizarse el resto de reservas antes de iniciar la transfusión directa. Por otro lado, una vez rota la cadena de frío y, pasados 20 minutos, la bolsa de sangre que no haya sido utilizada debe desecharse.

Plan de reserva para crisis: Transfusión directa

En un medio hostil como puede ser una ZO, es realista plantear una situación de Incidente de múltiples víctimas (MASCAL) en el que los recursos de los servicios médicos desplegados, en cuanto a personal y a recursos materiales, se pueden ver colapsados por el número y la gravedad de las víctimas.

Por ello, puede darse una situación de rotura de stock de nuestras reservas de sangre completa. Ante esta posible situación, es necesario idear una estrategia alternativa y establecer doctrina al respecto.



La indicación de activación de este protocolo es la necesidad de sangre completa (explicada anteriormente) y falta de sangre completa almacenada. Debe tenerse en cuenta que, a pesar de ser un recurso que podemos obtener de forma casi inmediata, conlleva una serie de potenciales riesgos (tabla 1). (15)

El procedimiento de transfusión directa es paralelo al de sangre completa, con ciertos aspectos que difieren por la circunstancia en la que se va a producir la transfusión.

En primer lugar, todo el personal debe llevar bien marcado y visible su grupo sanguíneo, bien tatuado, marcado o en una ficha que se entrega específicamente para ello y que el combatiente debe llevar consigo siempre. Sin embargo, y a pesar de resultar una aproximación fiable la mayor parte de las veces, esta identificación es, en un 4% de ocasiones, incorrecta(28,29). Por ello no debe ser el único referente a la hora de realizar transfusiones a no ser que la situación no permita una doble comprobación.

La prueba definitiva para verificar el grupo sanguíneo del paciente se realizará con la tarjeta de Eldon. La tarjeta de Eldon permite determinar el grupo sanguíneo y el Rh de manera casi inmediata, por lo que es de gran utilidad en el medio prehospitalario. Consiste en una tarjeta dividida en cuatro secciones, cada una de las cuales contiene un Ac monoclonal específico (anti-A, anti-B, anti-D y control). Para su uso, se debe extraer una pequeña muestra sanguínea, que se obtendrá con un pequeño pinchazo en el pulpejo del dedo. Al mezclar la muestra de sangre del paciente con los diferentes reactivos, podremos observar con cuales reacciona y, así, comprobar tanto el grupo sanguíneo como el Rh del paciente o donante. (imagen XX)

Una vez comprobado el grupo sanguíneo del paciente, es necesario encontrar un donante compatible, para lo cual acudiremos al registro médico de donantes y seleccionaremos el donante compatible en cada situación. Está recomendado trasfudir sangre completa tipo A a pacientes del grupo A y tipo 0 al resto, por ser el isogrupo A el más abundante y por lo tanto, del que más stock se suele tener. (15)

Ante una situación en la que los servicios sanitarios no pueden acceder al “point of wounding” en el tiempo preciso, serán los propios combatientes quienes realicen la transfusión directa entre compañeros. Para ello, todos los combatientes deben llevar una bolsa de recogida en su mochila. Primero deberán utilizar la bolsa de recogida del compañero que va a recibir la transfusión, reservando la suya para otro caso de necesidad. La bolsa contiene CPD/CPDA-1 que evitará la formación de coágulos durante el proceso.

El combatiente deberá marcar la bolsa con los datos de filiación y grupo sanguíneo del donante y a continuación llevar a cabo la punción y comenzar la extracción de sangre. Durante la extracción el donante debe reponer al menos 0,5L de líquidos. Además, la

bolsa debe estar en continuo movimiento para que el anticoagulante se distribuya y se mezcle con la sangre.

La bolsa debe llenarse unos 450ml. Llenarla poco puede producir toxicidad por citrato, mientras que el sobrellenado puede dar lugar a formación de coágulos por ser la cantidad de CPDA-1 insuficiente.

Una vez extraída, debe tomarse la precaución de utilizar un calentador para mantener la sangre en la temperatura óptima si el ambiente fuera extremadamente frío, tal y como se hacía con la sangre completa almacenada.

En caso de que hiciera falta más de una bolsa de sangre, será necesario un nuevo donante, pues se ha visto un desgaste significativo en los ejercicios realizados posteriormente a haber donado sangre(30)

Por último, si la sangre no se utiliza de manera inmediata tras su extracción, debe almacenarse a temperatura ambiente para usarla en las siguientes 6h o en cadena de frío para hacerlo en los próximos 21 días.

Actuación ante reacciones transfusionales

La sangre pasa a través de varios filtros de seguridad antes de ser utilizada. A pesar de ello, pueden existir reacciones transfusionales adversas que deben ser conocidas, detectadas, tratadas y comunicadas a los sistemas de hemovigilancia. Cualquier síntoma o signo que se presente durante la transfusión se debe considerar como una reacción transfusional y es vital actuar con urgencia (31) siguiendo las siguientes pautas:

- Detener inmediatamente la transfusión.
- Mantener la vía venosa infundiendo suero fisiológico.
- Controlar la temperatura, tensión arterial, frecuencia cardiaca y respiratoria y diuresis del paciente.
- Comunicar inmediatamente la sospecha de reacción transfusional al servicio de transfusión y seguir sus instrucciones.
- Enviar al servicio de transfusión muestras de sangre del paciente, la unidad causante de la reacción y el equipo.
- Cumplimentación y envío al servicio transfusional del impreso de reacciones transfusionales. (Anexo 4)

Existen diferentes tipos de reacciones transfusionales, entre las que cabe mencionar las reacciones más graves, que deberán ser descartadas. Éstas son: Reacciones anafilácticas o pseudoanafilácticas, reacciones hemolíticas agudas, sepsis por contaminación bacteriana del componente sanguíneo con bacteriemia transfusional y distress respiratorio asociado a la transfusión. (Anexo 2) (32)

Una vez detectada la reacción transfusional, se procederá al tratamiento de esta según el algoritmo indicado en el Anexo 2. En caso de ser necesario, se iniciará soporte intensivo.

Discusión

Sangre completa: ¿fresca o almacenada?

Una vez demostrada la superioridad de la sangre completa frente al uso de expansores o componentes, se plantea la duda de si ésta debe ser fresca (SCF) o almacenada (SCA)

Existen riesgos asociados al uso de SCF, entre los que se incluyen: la posibilidad de transmisión de enfermedades (VIH, VHB, VHC, Sífilis,...); el error humano, que puede dar lugar a discordancia de grupo sanguíneo donante-donado en condiciones potencialmente caóticas (MASCAL); o el riesgo de contaminación de la sangre, dado que la atmósfera de transfusión (ZO) no dispone de condiciones ideales de esterilidad (Yazer MH et al., 2014 publicaron los resultados de 10000 transfusiones de sangre fresca completa, que resultaron en un caso de transmisión de VHC, otro caso aislado de HTLV y otro de enfermedad injerto contra huésped) (33). A pesar de ello, la SCF es mucho más accesible en condiciones austeras (que son las esperadas en ZO), pues sólo es necesario la presencia de un donante y el equipo de extracción (15,34)

Por otro lado, la SCA extraída en centros específicos nos proporciona la misma fiabilidad en cuanto a la ausencia de enfermedades de transmisión sanguínea que los componentes. Sin embargo, al ser almacenada, se pierden factores de coagulación, además de producirse daño sobre los eritrocitos por el propio almacenaje.

Ante los riesgos presentados de la SCF, se postula que sólo deberá utilizarse en caso de emergencia; cuando bien la sangre completa almacenada, bien los componentes, no puedan llegar en un periodo de tiempo aceptable y se vea en juego la vida del paciente; pero no deberá utilizarse nunca de manera rutinaria, aunque los donantes sean personas cribadas regularmente.

Indicaciones de SFC y SFA

- La sangre completa almacenada de tipo 0 con títulos bajos anti-A y anti-B es la preferida a la hora de realizar una transfusión pre-hospitalaria.
- La sangre completa almacenada facilita una resucitación de los pacientes de manera rápida y es sencilla para el personal que dispone de ella, minimizando el error humano
- La sangre completa fresca debe ser reservada para shocks importantes o coagulopatías en las que no se disponga de ningún otro tipo de sangre (SCA o componentes)

Sangre universal VS tipo específico

Como norma general y, siempre que se pueda realizar una doble verificación del grupo sanguíneo, la transfusión a realizar será grupo específica. Sin embargo, ante situaciones de emergencia en las que esta comprobación no se pueda llevar a cabo, se debe transfundir sangre del grupo 0, pues el riesgo de muerte es mayor por exanguinación que por riesgo de hemólisis.

El ambiente táctico prehospitalario puede resultar caótico, por lo que seguir un protocolo y normas sencillas es crucial. Cuando se comience transfundiendo sangre de tipo 0 a un paciente, todo el proceso se realizará con sangre de este mismo tipo, aunque durante el mismo seamos conocedores del grupo específico del paciente.

La prevalencia de grupos sanguíneos varía a lo largo de la geografía mundial. En occidente, los grupos más prevalentes son el tipo A+ y el tipo 0+. Por ello, ante pacientes con sangre de los tipos mayoritarios, realizaremos transfusiones grupo específicas; reservando la sangre de tipo 0 para pacientes de otros grupos sanguíneos o para situaciones MASCAL en las que el tiempo sea un factor limitante.

Además, ante situaciones MASCAL es preferible elegir sangre fresca de un donante de grupo sanguíneo 0 (aun sin conocer qué títulos de anti-A y anti-B presenta) que intentar

realizar transfusiones entre combatientes del mismo grupo (ya que el riesgo de hemólisis por discordancia de grupos es mayor que el riesgo de que un donante 0 tenga títulos muy altos de anti-A o anti-B).

Cada cuanto pueden donar los donantes y cuánto stock debemos tener

Las necesidades de sangre completa deben ser establecidas según las necesidades reales y potenciales bajas de cada ejército, pues variarán conforme a la zona geográfica de despliegue y el personal desplegado.

El cálculo del riesgo de bajas debe ser realizado por la inteligencia sanitaria, teniendo en cuenta la prevalencia de infecciones y las medidas de protección preventiva a la fuerza.
(18)

Además, debemos de tener en cuenta que los tiempos de almacenaje de la sangre completa no deben superar los 21 días; en contraposición, los donantes deberán dejar un margen entre donaciones mínimo de dos meses (siendo el número de donaciones máximo por año de 4 para los hombres y 3 para las mujeres). Por ello, el banco de sangre vivo debe estar formado por el mayor número de donantes posible, que deberán entrar en un proceso rotatorio en el que la sangre extraída de cada miembro permita al resto respetar los tiempos de donación mínimos.

Según las guías prácticas actualizadas en 2021 para el uso de sangre completa(18), deberá priorizarse el uso de sangre de donantes del propio ejército, dejando en un segundo plano y para casos de emergencia la de donantes de países aliados. Esta recomendación se basa en las variaciones a nivel de prevalencia y screening de enfermedades transmisibles durante el proceso transfusional de cada ejército. Sin embargo, la unión de países aliados para formar un banco de sangre vivo podría ser una solución frente a la posibilidad de desarrollar ferropenia en los donantes habituales.

En qué misiones es viable establecerlo

El uso de sangre completa almacenada tiene unas necesidades de personal específicas, por lo que debe estudiarse en qué misiones en el extranjero puede ser implementado.

Actualmente, nuestras FFAA están presentes en 17 misiones en el exterior con hasta 3.000 militares desplegados en cuatro continentes. De ellas, cuentan con capacidad sanitaria de ROLE2 el buque-escuela El Cano y la operación Atalanta, que lucha contra la piratería en el océano Índico.

A pesar de ello, en todos los despliegues convendría instruir al personal sanitario, y secundariamente al resto de efectivos del uso y protocolo de transfusiones directas para que puedan acceder a ella en situaciones de emergencia.

Además, con vistas a futuro, planteamos formar una coalición junto a otros ejércitos para crear un WBB internacional en el que exista un apoyo entre las capacidades sanitarias de los diferentes ejércitos y una rotación mayor de donantes que permitiría una mejor recuperación de los mismos.

Recuperación de donantes

El último punto de discusión de interés trata la recuperación de los donantes tras la extracción de sangre completa. Según el estudio realizado en 2013 en Noruega, con una muestra de 25 combatientes del grupo de Operaciones Especiales, no se encontraron diferencias significativas

Habilidades evaluadas en estudio "Donor performance of combat readiness skills"		
Flebotomías realizadas con éxito		100%
Tiempo medio de flebotomía		6min 8 seg
Acceso vascular intraóseo		100%
Reinfusión (1ud.) vía intraósea	450ml	19min 30seg

Tabla 3 – Resultados pruebas físicas tras donación (29)

en las capacidades físicas de los participantes 4 días antes y 30 minutos después de la donación de 450ml (1ud.) de sangre completa. (30)

La muestra utilizada comprendía participantes no fumadores y en máximas condiciones físicas, por lo que al tratarse de una muestra no aleatoria y sobre-preparada en comparación con otras unidades operativas de las FFAA, los resultados no pueden ser extrapolados a otras unidades o despliegues, siendo necesarios estudios más extensos en población de otras características y sometiendo a los participantes a situaciones de estrés físico y mental durante días para recrear unas condiciones similares a las experimentadas en zona de operaciones.

El mismo estudio (30) evaluó la capacidad de realizar el proceso transfusional y conocimiento del procedimiento en combatientes no sanitarios tras un curso formativo de 1 hora. Se evaluó la tasa de flebotomías exitosas y el tiempo que se tardó en realizar todo el procedimiento así como la extracción de sangre mediante vía periférica y posterior trasfusión por vía intraósea (sin ayuda de una bolsa de presión externa) (tabla 3)

Conclusiones

El uso de sangre completa ha demostrado su superioridad sobre el uso de componentes en repetidas ocasiones tanto histórica como clínicamente en el tratamiento de la hemorragia exanguinante. Por ello, tras analizar las deficiencias del sistema de proyección de hemocomponentes actual en ZO y contraponer las ventajas e inconvenientes de un Walking Blood Bank, se ha conseguido crear un protocolo seguro y sencillo para la transfusión de sangre completa en el ambiente prehospitalario. Esto supone un enfoque óptimo en cuanto a la resucitación inicial del paciente, pues la sangre completa proporcionada en estas transfusiones proporciona un aporte de oxígeno y una respuesta a la alteración hemostásica del paciente convirtiéndose en el mejor sustituto para la pérdida de sangre en hemorragias agudas.

Las implicaciones prácticas de este protocolo supondrían un avance en el manejo transfusional en ZO ya que el paciente podría beneficiarse de un manejo hemostático inicial mejorado con respecto al soporte que se proporciona actualmente.

Por último, cabe destacar que la optimización del protocolo supone su incorporación en los procesos formativos pre-misión del personal sanitario, ya que su éxito reside en la práctica, comprensión e integración del mismo. De esta manera, se podrá transmitir y entrenar a los combatientes sin formación sanitaria, que han demostrado ser capaces de realizar el procedimiento con éxito tras un curso formativo breve. Con ello, todo el personal que se encontrara ante una necesidad transfusional urgente podría ser atendido por otro compañero, eliminando el tiempo de demora que supone el traslado del paciente desde el “point of wounding” hasta un refugio seguro.

Agradecimientos

Como no podía ser de otra manera, el primero va dirigido al Capitán Médico José Díaz Valdés, no solo por su dedicación e incansable entrega en este trabajo sino por transmitirme su pasión por la Hematología desde el primer momento, lo que no es más que un fiel reflejo de su vocación como militar, médico y docente.

Al Dr. Natalio García Honduvilla, por tutorizar y supervisar el trabajo y tendernos la mano a toda ayuda desde el primer momento.

A la Capitán Médico Maria José Noguera Marín, por ser un referente tanto en lo profesional como en lo personal y transmitir su tenacidad y pasión por su trabajo cada día.

A mis padres, por dedicarme todo su tiempo, esfuerzo y recursos durante tantos años. A mi hermano Jorge, por ser siempre un perfecto referente para mí y un pilar en el que apoyarme y encontrar cobijo. A Jorge, por permanecer incansablemente a mi lado en este y cada uno de los pasos que doy. A Paula, Fran, Sergio y Chema, por estar cada día en estos seis años a mi lado, y a los innumerables amigos que me han acompañado.

Bibliografía

1. García CAA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. 2009;20.
2. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P, et al. Death on the battlefield (2001–2011): Implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg.* diciembre de 2012;73(6):S431-7.
3. Crews EM. in the Department of History of the College of Arts and Sciences. :97.
4. Thompson P, Strandenes G. The History of Fluid Resuscitation for Bleeding. *Damage Control Resusc.* 6 de mayo de 2019;3-29.
5. Research WRAI of. Recent Advances in Medicine and Surgery: (19-30 April 1954) Based on Professional Medical Experiences in Japan and Korea, 1950-1953. U.S. Army Medical Service Graduate School, Walter Reed Medical Center; 1955. 550 p.
6. Spinella PC, Pidcoke HF, Strandenes G, Hervig T, Fisher A, Jenkins D, et al. Whole blood for hemostatic resuscitation of major bleeding: **WHOLE BLOOD TRANSFUSION**. *Transfusion (Paris).* abril de 2016;56:S190-202.
7. Kashuk JL, Moore EE, Millikan JS, Moore JB. Major Abdominal Vascular Trauma—A Unified Approach: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* agosto de 1982;22(8):672-9.
8. Repine TB, Perkins JG, Kauvar DS, Blackburne L. The Use of Fresh Whole Blood in Massive Transfusion. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* junio de 2006;60(6):S59-69.
9. Spinella PC, Dunne J, Beilman GJ, O’Connell RJ, Borgman MA, Cap AP, et al. Constant challenges and evolution of US military transfusion medicine and blood

- operations in combat: US MILITARY TRANSFUSION MEDICINE. *Transfusion* (Paris). mayo de 2012;52(5):1146-53.
10. Pidcoke HF, Spinella PC, Ramasubramanian AK, Strandenes G, Hervig T, Ness PM, et al. Refrigerated Platelets for the Treatment of Acute Bleeding: A Review of the Literature and Reexamination of Current Standards. *Shock*. mayo de 2014;41(Supplement 1):51-3.
 11. Daban J, Clapson P, Ausset S, Deshayes AV, Sailliol A. Freeze dried plasma: a French army specialty. *Crit Care*. 2010;14(2):412.
 12. Shlaifer A, Siman-Tov M, Radomislensky I, Peleg K, Shina A, Baruch EN, et al. Prehospital administration of freeze-dried plasma, is it the solution for trauma casualties? *J Trauma Acute Care Surg*. octubre de 2017;83(4):675-82.
 13. Strandenes G, Austlid I, Apelseh TO, Hervig TA, Sommerfelt-Pettersen J, Herzig MC, et al. Coagulation function of stored whole blood is preserved for 14 days in austere conditions: A ROTEM feasibility study during a Norwegian antipiracy mission and comparison to equal ratio reconstituted blood. *J Trauma Acute Care Surg*. junio de 2015;78(6):S31-8.
 14. Pidcoke HF, McFaul SJ, Ramasubramanian AK, Parida BK, Mora AG, Fedyk CG, et al. Primary hemostatic capacity of whole blood: a comprehensive analysis of pathogen reduction and refrigeration effects over time: Whole blood primary hemostatic capacity. *Transfusion* (Paris). enero de 2013;53:137S-149S.
 15. Strandenes G, De Pasquale M, Cap AP, Hervig TA, Kristoffersen EK, Hickey M, et al. Emergency Whole-Blood Use in the Field: A Simplified Protocol for Collection and Transfusion. *Shock*. mayo de 2014;41(Supplement 1):76-83.
 16. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, Beekley AC, Holcomb JB. Warm Fresh Whole Blood Is Independently Associated With Improved Survival for Patients With Combat-Related Traumatic Injuries. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. abril de 2009;66(4):S69-76.
 17. Gutierrez G, Reines HD, Wulf-Gutierrez ME. Clinical review: Hemorrhagic shock. *Crit Care*. 2004;8(5):373.

18. Voller J, Tobin JM, Cap AP, Cunningham CW, Denoyer M, Drew B, et al. Joint Trauma System Clinical Practice Guideline (JTS CPG): Prehospital Blood Transfusion. 30 October 2020. *J Spec Oper Med Peer Rev J SOF Med Prof.* 2021;21(4):11-21.
19. Kuster M, Exadaktylos A, Schnüriger B. Non-invasive hemodynamic monitoring in trauma patients. *World J Emerg Surg.* diciembre de 2015;10(1):11.
20. Chico-Fernández M, García-Fuentes C, Alonso-Fernández MA, Toral-Vázquez D, Bermejo-Aznarez S, Alted-López E. Escalas predictivas de transfusión masiva en trauma. Experiencia de un registro de transfusiones. *Med Intensiva.* diciembre de 2011;35(9):546-51.
21. Campos-Serra A, Montmany-Vioque S, Rebasá-Cladera P, Llaquet-Bayo H, Gràcia-Roman R, Colom-Gordillo A, et al. Aplicación del Shock Index como predictor de hemorragia en el paciente politraumático. *Cir Esp.* octubre de 2018;96(8):494-500.
22. Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, Tarpey BW, Bailey JA, Champion HR, et al. The Effect of a Golden Hour Policy on the Morbidity and Mortality of Combat Casualties. *JAMA Surg.* 1 de enero de 2016;151(1):15.
23. Hampton DA, Schreiber MA. Near infrared spectroscopy: clinical and research uses: Near Infrared Spectroscopy. *Transfusion (Paris).* enero de 2013;53:52S-58S.
24. Reddoch KM, Pidcock HF, Montgomery RK, Fedyk CG, Aden JK, Ramasubramanian AK, et al. Hemostatic Function of Apheresis Platelets Stored at 4°C and 22°C. *Shock.* mayo de 2014;41(Supplement 1):54-61.
25. Jobes D, Wolfe Y, O'Neill D, Calder J, Jones L, Sesok-Pizzini D, et al. Toward a definition of “fresh” whole blood: an in vitro characterization of coagulation properties in refrigerated whole blood for transfusion: CLOTTING PROPERTIES IN FRESH WHOLE BLOOD. *Transfusion (Paris).* enero de 2011;51(1):43-51.
26. Anonymous A. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel 15 December 2021. *J Spec Oper Med.* 2022;22(1):11.

27. °M Warmer System - A portable blood and IV fluid warming system [Internet]. MEQU. [citado 24 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://mequ.dk/product/>
28. Gaydos JC, Cowan DN, Polk AJ, Clark GB, Stewart KR, Jones RV, et al. Blood typing errors on U.S. Army identification cards and tags. *Mil Med.* diciembre de 1988;153(12):618-20.
29. Rentas FJ, Clark PA. Blood type discrepancies on military identification cards and tags: a readiness concern in the U.S. Army. *Mil Med.* noviembre de 1999;164(11):785-7.
30. Strandenes G, Skogrand H, Spinella PC, Hervig T, Rein EB. Donor performance of combat readiness skills of special forces soldiers are maintained immediately after whole blood donation: A study to support the development of a prehospital fresh whole blood transfusion program. *Transfusion (Paris)*. marzo de 2013;53(3):526-30.
31. Fernández RA. Simposio «Seguridad transfusional en el siglo XXI». Introducción y planteamiento del problema. *Gac Médica México*. :8.
32. procedimiento-sistema-hemovigilancia.pdf [Internet]. [citado 31 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.hemomadrid.com/wp-content/uploads/2016/06/procedimiento-sistema-hemovigilancia.pdf>
33. Yazer MH, Cap AP, Spinella PC. Raising the standards on whole blood. *J Trauma Acute Care Surg.* junio de 2018;84(6S Suppl 1):S14-7.
34. Doughty H, Thompson P, Cap AP, Spinella PC, Glassberg E, Skogrand Eliassen H, et al. A proposed field emergency donor panel questionnaire and triage tool: FIELD EMERGENCY BLOOD DONOR SELECTION. *Transfusion (Paris)*. abril de 2016;56:S119-27.

Anexo 1 – Material

Extracción de sangre donante

Bolsa para extracción con filtro leucorreductor

Etiquetas para tubos y bolsas

Antiséptico

Torunda de algodón

Guantes desechables

Compresor

Tubos de muestra

Apósito

Lancetas

Sangre segura

Test rápidos de VIH, VHB, VHC y malaria

Kit serológico VDRL/RPR

Tipaje de la sangre

Tarjeta de Eldon

Reinfusión de sangre

Antiséptico

Gasas

Guantes desechables

Abocath

Compresor

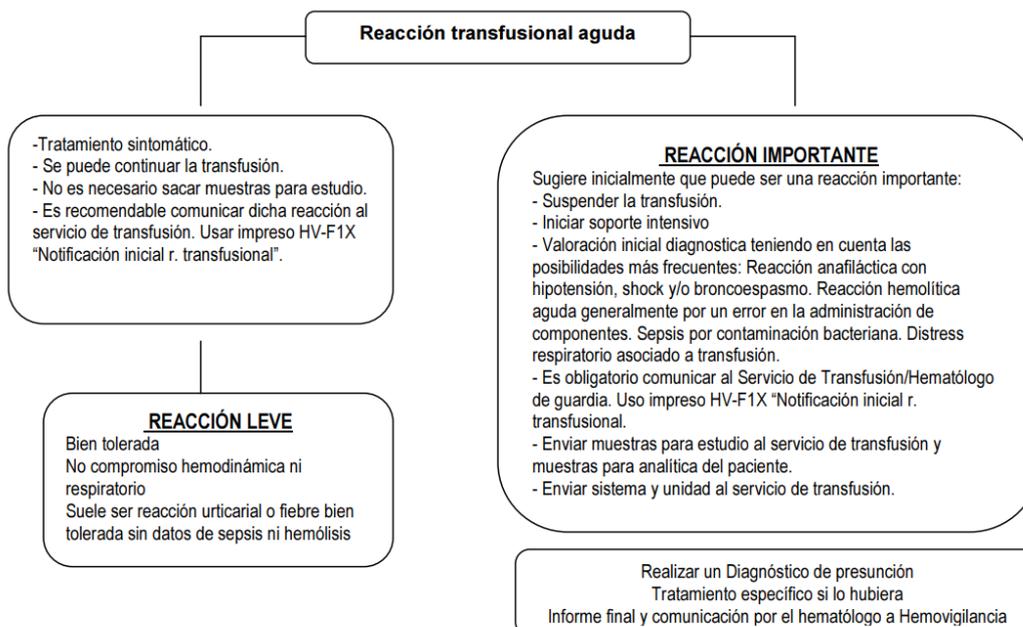
Apósito para fijación de vía

Equipo de perfusión

Bomba de perfusión

Anexo 2 – Hemovigilancia y reacciones transfusionales

CLASIFICACIÓN REACCIONES TRANSFUSIONALES	
<p style="text-align: center;"><u>Agudas o inmediatas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • De causa inmunológica <ul style="list-style-type: none"> - Hemolíticas. - Reacciones febriles no hemolíticas - Reacciones alérgicas. - Lesión pulmonar asociada a transfusión - Trombopenias aloinmunes pasivas. - Neutropenia aloinmune pasiva • De causa no inmunológica <ul style="list-style-type: none"> - Contaminación bacteriana - Sobrecarga circulatoria - Hemólisis mecánica o química - Reacciones hipotensivas - Reacciones febriles - Alteraciones metabólicas 	<p style="text-align: center;"><u>Retardadas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • De causa inmunológica <ul style="list-style-type: none"> - Reacciones hemolíticas - Enfermedad injerto contra huésped. - Púrpura postransfusional - Inmunosupresión? - Aloinmunización (hematíes y plaquetas) • De causa no inmunológica <ul style="list-style-type: none"> - Hemosiderosis - Transmisión enfermedades infecciosas



Anexo 4 - Registro de transfusión

Protocolo de transfusión de sangre completa en el despliegue				
SECCIÓN I – SOLICITUD DE SANGRE COMPLETA				
Diagnóstico del paciente:	He comprobado la identificación y grupo sanguíneo del paciente SI / NO			Médico que solicita
				Firma:
				Fecha:
Volumen / uds requeridas		Fecha de solicitud	Observaciones	
Reacción transfusional previa conocida		Fecha y hora de uso previsto		
SECCIÓN II – SCREENING PRETRANSFUSIONAL				
Nº unidad	Nº transfusión	Screening de Ac	Sangre cruzada	Test sangre a la extracción: SI / NO
	Nº paciente			Firma de la persona que ha realizado el screening:
DONANTE ABO Rh	RECEPTOR ABO Rh	Observaciones:		
SECCIÓN III – REGISTRO DE LA TRANSFUSIÓN				
DATOS PRE - TRANSFUSION		DATOS POST - TRANSFUSIÓN		
Responsable a cargo (firma):		Volumen infundido:	Hora finalización:	
		Reacción: NO / SOSPECHADA	Temperatura	
			TA	
		FC		
Hora comienzo	Fecha		Descripción de la reacción: <input type="checkbox"/> Fiebre <input type="checkbox"/> Dolor <input type="checkbox"/> Otro (especificar) <input type="checkbox"/> Urticaria <input type="checkbox"/> Conciencia	
2º a cargo	2º a cargo			
Temperatura	TA	FC	Otras dificultades	
Identificación paciente			Firma del responsable	

Anexo 5 – Checklist transfusión

Checklist transfusión de sangre completa

Completar checklist para cada unidad transfundida

Lugar de transfusión:	Fecha:
Número de bolsa:	

1. El donante ha pasado un screening para enfermedades de transmisión transfusional en los últimos 90 días?

Si / No

2. ¿Screening realizado en el momento de la colección de sangre para las siguientes enfermedades?

Malaria Si / No

VIH Si / No

VHB Si / No

VHC Si / No

RPR Si / No

3. Resultados de los test rápidos disponibles antes del envío de sangre

Si / No

4. ¿Se han cogido muestras para verificar resultados de cribado?

Si / No

5. Uso de etiquetas internacionales aceptadas en los tubos de sangre

Si / No

6. El donante ha rellenado formularios pre-donación

Si / No

7. El donante ha rellenado formularios post-donación

Si / No

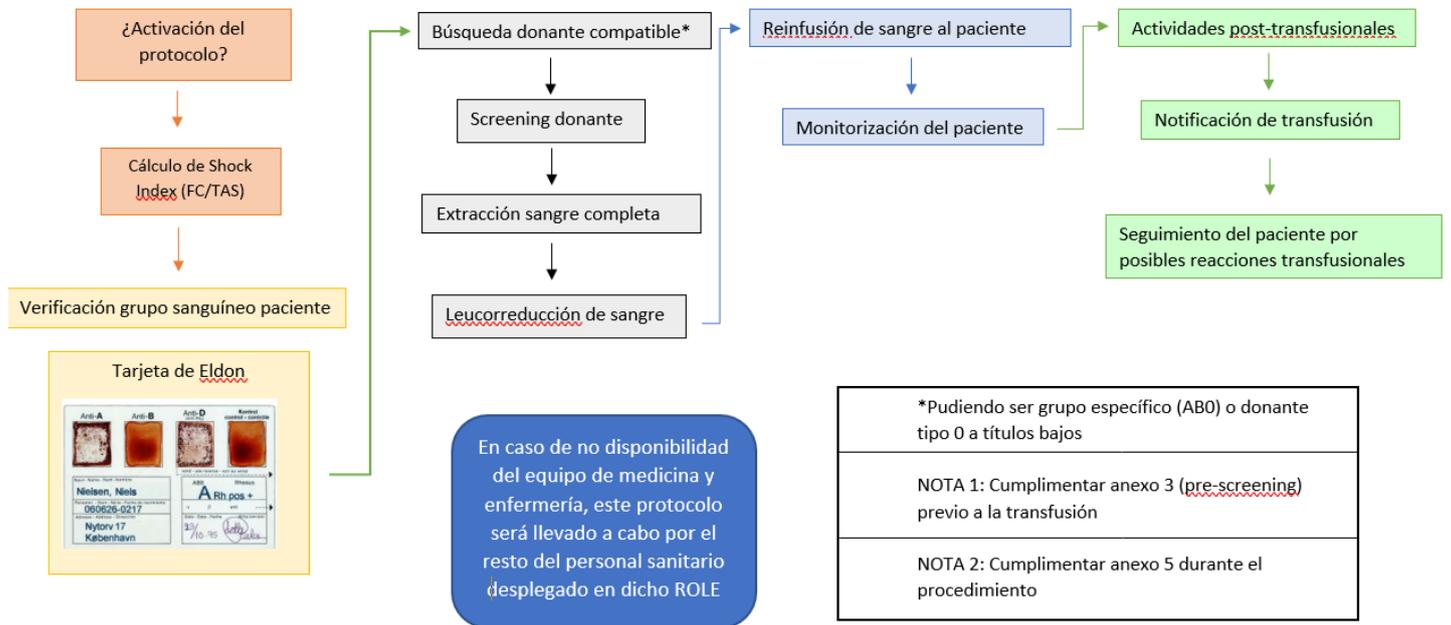
8. Por favor, a continuación deje por escrito las incidencias de las repuestas contestadas con NO

Checklist de uso individual a cumplimentar por transfusores

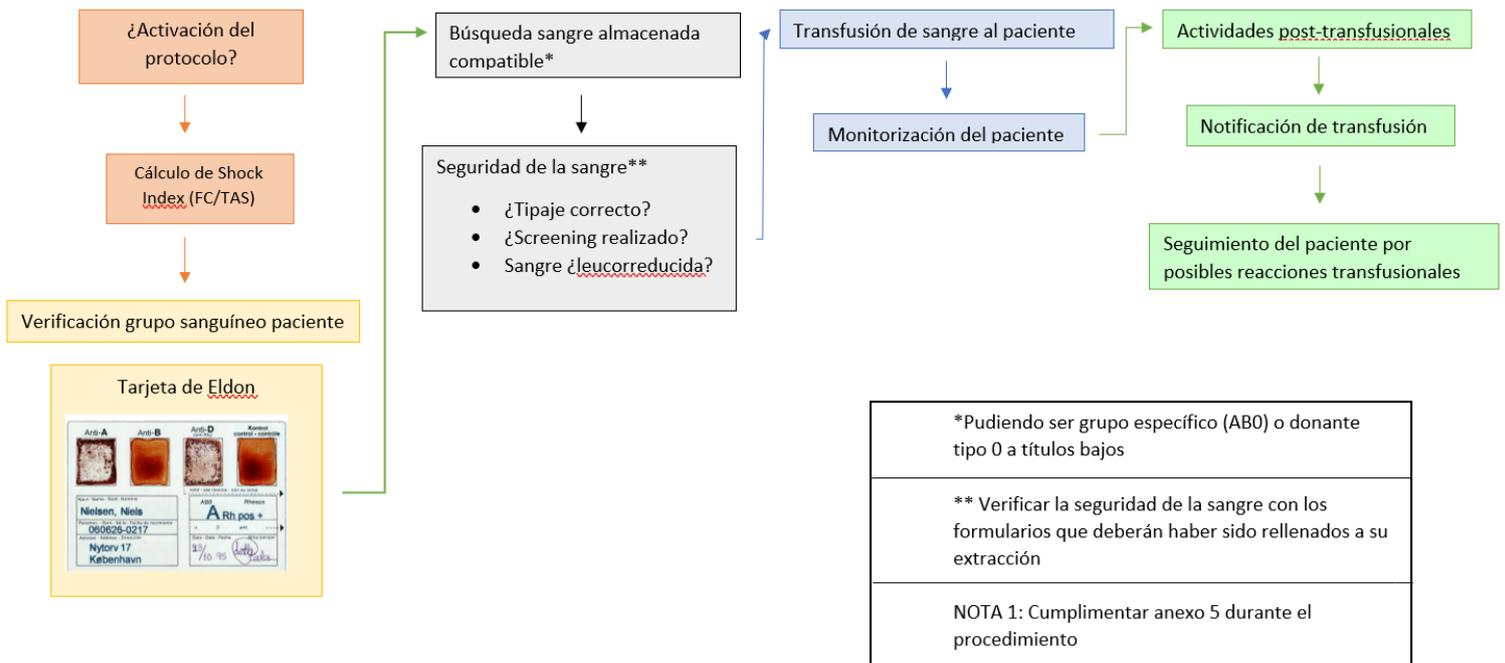
Nombre

Firma

Anexo 6 – Algoritmo de transfusión de sangre completa fresca



Anexo 7 – Algoritmo de transfusión de sangre completa almacenada



Marta Sebastián Nuez

Tutor: Dr. Don Natalio García Honduvilla Cotutor: Don José Rogelio Díaz Valdés

Departamento de Medicina y Especialidades Médicas. Servicio de Hematología del HCDGU. Universidad de Alcalá

Introducción

El uso de sangre completa ha demostrado a lo largo de la historia su superioridad frente a los componentes en el medio prehospitalario, proporcionando un transporte de oxígeno óptimo sin necesidad de diferentes modalidades de almacenaje y cuidado específicas como lo hacen los componentes. Actualmente, nuestras Fuerzas Armadas hacen uso de componentes sanguíneos (glóbulos rojos, plaquetas y plasma) que son almacenados en condiciones específicas para cada uno de ellos y transportados después a Zona de Operaciones.

Objetivos

- Analizar las deficiencias del sistema de proyección de hemocomponentes actual en Zona de Operaciones.
- Contraponer ventajas e inconvenientes del Walking Blood Bank.
- Propuesta de puesta en práctica.

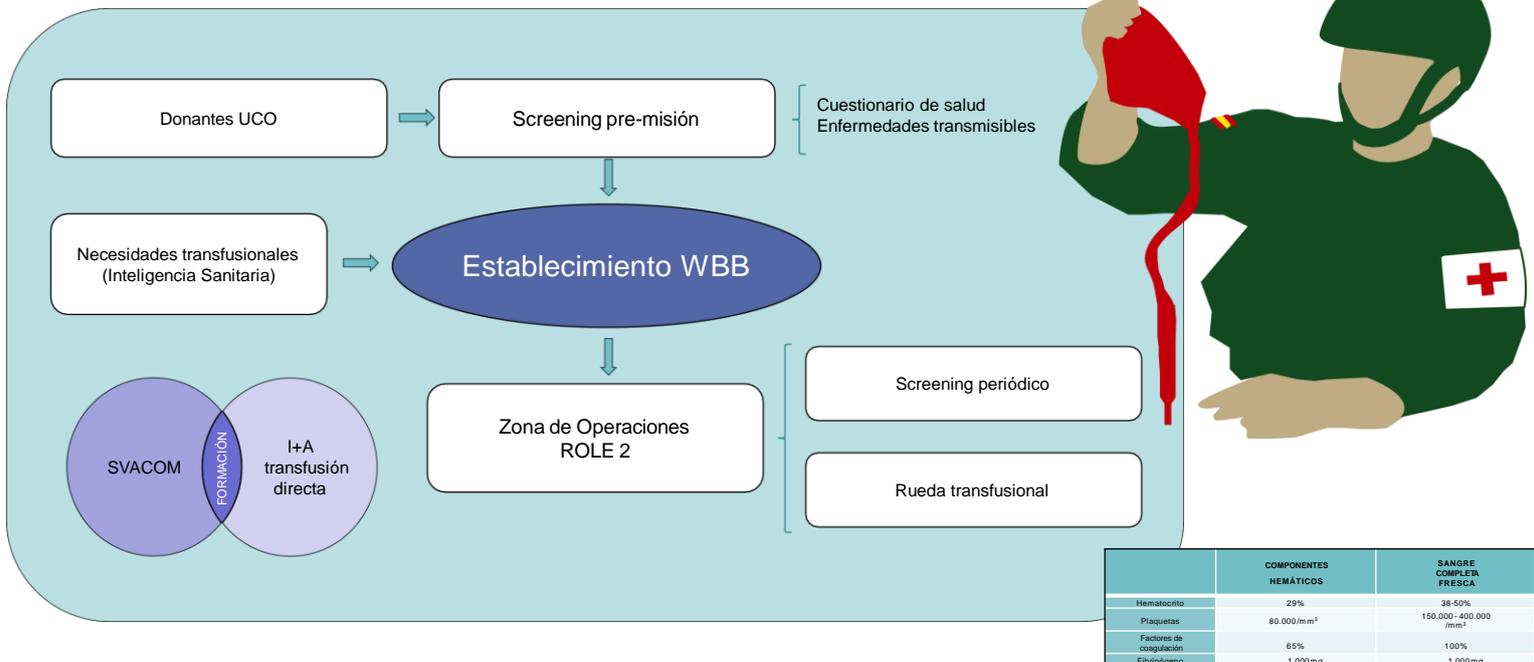
Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo longitudinal retrospectivo utilizando artículos en inglés y castellano publicados entre 2012 y 2022 en la base de datos de PubMed empleando los términos "Walking Blood Bank" "Whole blood" y "Transfusion". El número final de artículos incluidos para la elaboración del presente trabajo ha sido de 33, a partir de los cuales se ha creado un protocolo basado en la evidencia que desarrolla el uso de sangre completa en ZO.

Resultados

Se ha creado, a partir de la bibliografía revisada, un protocolo con las indicaciones de activación y puesta en marcha de un banco de sangre vivo en Zona de Operaciones para la transfusión de sangre completa. El protocolo contempla el screening, tipaje y seguridad de la sangre transfundida así como su almacenamiento.

En caso de rotura de stock por un incidente de múltiples víctimas se pondrá en marcha un protocolo alternativo para el que los combatientes habrán sido instruidos: La transfusión directa de sangre completa.



Conclusiones

1. Se ha demostrado la superioridad de la sangre completa frente a los componentes sanguíneos en la hemorragia exanguinante del paciente politraumatizado
2. El desarrollo de un protocolo transfusional basado en WBB mejora la atención sanitaria en zona de operaciones.
3. El éxito del protocolo reside en la práctica, por lo que es necesaria su incorporación en los procesos formativos pre-misión del personal sanitario desplegado.

Bibliografía destacada

1. Spinella PC, Pidcoke HF, Strandenes G, Hervig T, Fisher A, Jenkins D, et al. Whole blood for hemostatic resuscitation of major bleeding: WHOLE BLOOD TRANSFUSION. Transfusion (Paris). abril de 2016;56:S190-202.
2. Doughty H, Thompson P, Cap AP, Spinella PC, Glassberg E, Skogrand Eliassen H, et al. A proposed field emergency donor panel questionnaire and triage tool: FIELD EMERGENCY BLOOD DONOR SELECTION. Transfusion (Paris). abril de 2016;56:S119-27.
3. Strandenes G, Skogrand H, Spinella PC, Hervig T, Rein EB. Donor performance of combat readiness skills of special forces soldiers are maintained immediately after whole blood donation: A study to support the development of a prehospital fresh whole blood transfusion program. Transfusion (Paris). marzo de 2013;53(3): 526-30.