

Serie monográfica

Manejo inicial del politraumatismo pediátrico (I)

Evaluación y tratamiento del shock traumático

A. MEDINA VILLANUEVA, A. CONCHA TORRE, M. LOS ARCOS SOLAS

UCI Pediátrica. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo

INTRODUCCIÓN

El shock es un estado patológico asociado a determinados procesos, cuyo denominador común es la existencia de hipoperfusión e hipoxia tisular en diferentes órganos y sistemas y que, de no corregirse rápidamente, produce lesiones celulares irreversibles y fracaso multiorgánico.

La hemorragia traumática es causa directa del 30-40% de las muertes en el paciente politraumatizado, siendo la segunda causa de muerte tras la lesión del sistema nervioso central. La hemorragia traumática fatal es un problema agudo primario: el 36% de los pacientes fallecidos en el lugar del accidente lo hacen por exsanguinación; pero también un importante problema secundario ya que la mayoría de las exsanguinaciones se producen dentro de las 48 horas, siendo una de las principales causas de muerte precoz en el paciente politraumatizado.

CAUSAS DE SHOCK EN EL PACIENTE POLITRAUMATIZADO

El compromiso hemodinámico en los pacientes politraumatizados puede ser real o ficticio; en este segundo caso la valoración del estado del paciente es fundamental para

TABLA I. CAUSAS DE COMPROMISO HEMODINÁMICO VERDADERO Y PSEUDOCOMPROMISO EN EL PACIENTE POLITRAUMATIZADO

Compromiso verdadero	Pseudocompromiso
Parada cardiorrespiratoria	Dolor
Hemorragia (externa o interna)	Miedo
Taponamiento cardíaco	Frío
Neumotórax-hemotórax a tensión	Estado postcrítico
Trauma cardíaco	Ascenso térmico febril
Lesión medular	
Poliuria	

evitar un tratamiento incorrecto o desproporcionado. En la Tabla I se reflejan las posibles causas que pueden originar un compromiso hemodinámico o un pseudocompromiso.

Las causas de shock son diferentes y en el paciente politraumatizado pueden coexistir varias simultáneamente, siendo necesario determinar cada una de ellas para establecer el correcto tratamiento etiológico:

- Hipovolémico: fractura de pelvis y/o huesos largos (fémur), rotura de víscera maciza (hígado, bazo), hemotórax, etc.
- Neurogénico: lesión medular.
- Cardiogénico: contusión miocárdica, hemopericardio.

Correspondencia: Andrés Concha Torre. UCI Pediátrica. Servicio de Pediatría. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo

Correo electrónico: anconcha@telecable.es

© 2008 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

FISIOPATOLOGÍA DEL SHOCK EN EL PACIENTE POLITRAUMATIZADO

Para poder realizar una adecuada valoración del grado de shock en el paciente politraumatizado es necesario comprender las tres fases por las que evoluciona y que condicionan la respuesta del organismo y la aparición de los diferentes signos y síntomas. En las primeras fases del shock el cuerpo es capaz de activar diferentes sistemas compensadores (catecolaminas suprarrenales, sistema renina-angiotensina-aldosterona, etc.) que permiten redistribuir el flujo sanguíneo hacia los órganos vitales (cerebro, pulmón y corazón). Si estos mecanismos son superados por la persistencia de la causa o por la suma de otros factores (dolor, hipotermia, etc.), el shock evolucionará descompensándose y pudiendo hacerse irreversible (Fig. 1). Los mecanismos compensadores consiguen mantener la tensión arterial normal hasta las fases finales del shock.

VALORACIÓN DE LA HEMORRAGIA Y EL SHOCK

Ante todo paciente politraumatizado debe valorarse:

- El estado circulatorio estimando la intensidad del déficit de volemia a través de su repercusión clínica hemodinámica.
- Los posibles focos de hemorragia.

La principal dificultad para la valoración del estado hemodinámico de un niño es la diferencia en los valores de las constantes clínicas respecto a los pacientes adultos, así como la variabilidad de las mismas en función de la edad. La tabla II resume los valores normales de frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR) y tensión arterial sistólica (TAS) en el niño.

En relación con esto es interesante recordar la existencia de diferentes reglas nemotécnicas que nos permiten recordar o relacionar diferentes constantes. Así, entre 1 y 10 años de edad, el valor normal de la TAS se puede calcular con la fórmula: $[90 + (2 \times \text{edad en años})]$; y el valor mínimo será: $[70 + (2 \times \text{edad en años})]$. La tensión arterial diastólica (TAD) suele ser aproximadamente los dos tercios de la sistólica.

Para establecer el grado de afectación hemodinámica en la valoración inicial del politraumatizado se debe recurrir

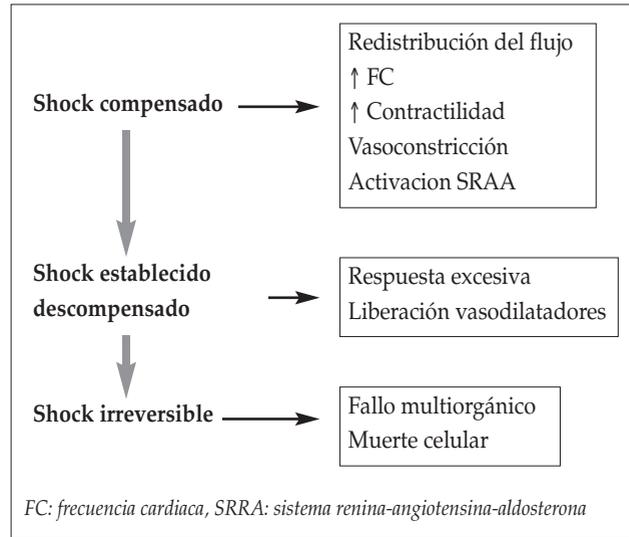


Figura 1. Fisiopatología del shock.

Tabla II. VALORES NORMALES EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE FRECUENCIA CARDÍACA, FRECUENCIA RESPIRATORIA Y PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA

Edad (años)	FC	FR	TAS
< 1	110-160	30-40	70-90
2-5	95-140	25-35	80-100
5-12	80-120	20-25	90-110
>12	60-100	15-20	100-120

FC: frecuencia cardíaca, FR: frecuencia respiratoria; TAS: tensión arterial sistólica.

en primera instancia a la exploración y valoración clínica del paciente, prestando especial atención a la frecuencia cardíaca, pulsos central y periférico, perfusión periférica (Fig. 2), frecuencia respiratoria y nivel de consciencia (Tabla III). Los datos obtenidos de la monitorización de constantes ayudan a la valoración clínica y permiten observar más fácilmente la respuesta al tratamiento.

De esta forma se pueden definir 4 categorías de shock basándose en la pérdida asumida de volemia:

- Clase I. Pérdida < 15%.
- Clase II. Pérdida del 15-25%.
- Clase III. Pérdida del 25-40%.
- Clase IV. Pérdida > 40%.

Como ejemplos prácticos, una fractura de tibia suele producir una hemorragia grado I, una de fémur una hemorragia grado II-III y una fractura de pelvis un grado III-IV.



Figura 2. Exploración del relleno capilar en un lactante. La recuperación de la coloración normal debe conseguirse antes de 2 segundos.

Uno de los puntos clave en la valoración inicial del shock es la palpación de los pulsos centrales y periféricos, ya que a través de ellos se puede extrapolar el valor de TAS si no se dispone en ese momento de monitorización de TA. En el niño mayor, si se palpan los pulsos periféricos (radial, pedio) la TAS será, probablemente, mayor de

90 mmHg; si se palpan los pulsos centrales (carotídeo, axilar, femoral) pero no los periféricos, la TAS estará entre 50 y 90 mmHg, y si no se palpan los pulsos centrales probablemente sea menor de 50 mmHg. En los niños pequeños la presencia de pulso periférico implica la existencia de una TAS > 70 mmHg; el pulso femoral positivo determina una TAS > 60 mmHg y la presencia de pulso carotídeo una TAS > 50 mmHg.

Hay que recordar que la hipotensión es un signo tardío de shock (clase \geq III), mientras que la hipoperfusión cutánea, la taquicardia, la alteración de la conciencia (hipoperfusión cerebral) y la oliguria (hipoperfusión renal) son signos más precoces, aunque éste último será imposible valorarlo en la atención inicial.

La alteración circulatoria identificada con criterios clínicos no siempre se debe a hemorragia. Pueden ser cometidos diferentes errores en la valoración clínica del estado hemodinámico aparentando un compromiso no real (Tabla I) o minimizando la gravedad del estado de shock. Los errores más frecuentemente son:

TABLA III CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA PÉRDIDA DE VOLEMIA, VALORACIÓN CLÍNICA Y ACTITUD TERAPÉUTICA GENERAL DEL SHOCK HIPOVOLÉMICO

			Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
% Pérdida			< 15%	15 - 25%	25 - 40%	> 40%
Valoración inicial	FC (lpm)	Lactante	< 140	140-160	160-180	> 180
		Niño	< 120	120-140	140-160	> 160
	Pulso		Normal	Normal	Débil	Ausente
	Relleno capilar		Normal	> 2 seg	> 2 seg	Indetectable
	FR (rpm)	Lactante	30-40	40-50	50-60	> 60
		Niño	20-30	30-40	40-50	> 50
	Miembros		Color normal	Palidez	Palidez	Pálidos y fríos
	Gradiente		No	Tibia	Fémur	Pelvis
Tez		Normal	Pálida	Pálida	Cenicienta	
Conciencia		Ansioso	Llanto	Confuso, somnoliento	Estuporoso	
Monitor	TAS		Normal	Normal	Baja	Muy baja
Valoración secundaria	Diuresis (ml/kg/h)	Lactante	> 2	1,5-2	0,5-1,5	< 0,5
		Niño	> 1	0,5-1	0,2-0,5	< 0,2
Actitud terapéutica	Líquido a perfundir (ml/kg)		< 30	30-60	60-90	> 90
	Tratamiento		Cristaloides	Cristaloides y posiblemente sangre	Cristaloides, sangre y probablemente cirugía	Cristaloides, sangre urgente y cirugía inmediata

- Identificación inadecuada de las constantes del paciente en función de su edad.
- Identificación inadecuada de la taquicardia que se presenta como consecuencia de dolor o estrés.
- Identificación inadecuada de una FC normal o disminuida por la acción de fármacos cardiodepresores.
- Identificación inadecuada de una FC normal o disminuida como consecuencia de un shock severo previo a parada cardíaca.
- Interferencias en la monitorización durante el traslado.

TRATAMIENTO DE LA HEMORRAGIA Y EL SHOCK

El protocolo de valoración inicial de cualquier niño politraumatizado debe seguir el esquema general "ABCDE", siendo la prioridad fundamental asegurar la vía aérea con control cervical y garantizar la oxigenación. El esquema de actuación que debe seguirse en el apartado circulatorio ("C") se resume en la figura 3.

Control de la hemorragia

Identificar los sitios de hemorragia y efectuar su control. En el caso de heridas sangrantes, se realiza compresión directa con paquetes de gasas estériles de poco espesor.

Los torniquetes sólo están indicados en las amputaciones traumáticas de miembros o sangrado masivo no controlable por compresión (deben ser colocados por encima de los codos o las rodillas). Las férulas hinchables pueden ser útiles en algunas ocasiones. En caso de hemorragia asociada a fractura de hueso largo, la extremidad afecta debe ser inmovilizada precozmente ya que la inmovilización disminuye el sangrado a través de la fractura.

Acceso vascular

En caso de shock traumático es muy importante intentar la canalización de dos **accesos venosos periféricos** con angiocatóteres cortos y gruesos, ya que puede ser necesaria la perfusión rápida de un importante volumen de líquidos.

La **vía intraósea** es una opción cuando falla el acceso venoso periférico y no se prevé disponer con rapidez de un acceso central. La tercera opción, si no disponemos de los accesos anteriores, es una vena central, preferiblemente la **vena femoral**, canalizada con catéteres corto y grueso.

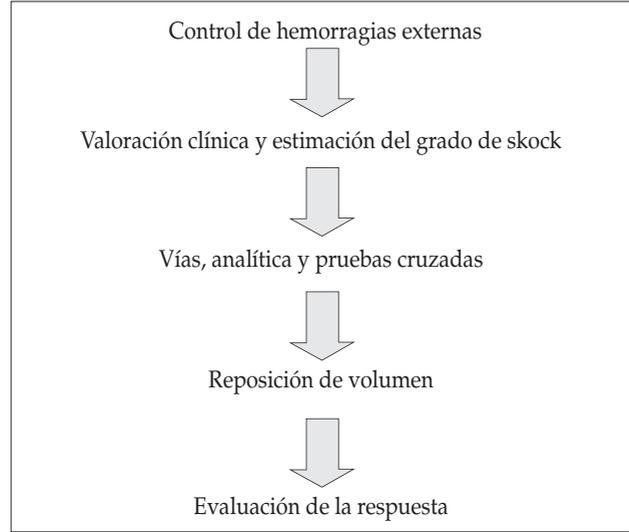


Figura 3. Esquema general de valoración y tratamiento inicial del estado circulatorio ("C") del niño politraumatizado.

La vía intraósea es una vía útil que permite una rapidez de acción similar a las vías venosas periféricas para la administración de cualquier tipo de drogas y líquidos. La técnica es sencilla y consiste en introducir en el hueso una aguja especial para punción intraósea. En niños menores de 8 años se utiliza la tibia proximal puncionando perpendicularmente a 1-3 cm por debajo de la meseta tibial interna. En mayores de 8 años se usa la tibia distal, zona proximal al maléolo interno, por detrás de la vena safena externa (Fig. 4).

Hay que tener en cuenta algunos problemas que pueden surgir con las vías de administración de fármacos en el paciente traumatizado:

1. El acceso intravenoso periférico puede ser insuficiente en niños pequeños con hipovolemia grave.
2. La vía intraósea no debe canalizarse en huesos fracturados.
3. La vía intraósea o intravenosa en miembros inferiores no es una buena elección en pacientes con fractura de pelvis y posible rotura de vasos intraabdominales.
4. La vía intratraqueal puede ser menos eficaz para administrar medicación en pacientes con edema agudo de pulmón o lesión por aspiración o inhalación.

Extracción de muestras

Coincidiendo con la canalización venosa, es importante extraer sangre que será utilizada para análisis bioquímicos y hematológicos básicos, gasometría, determinación de

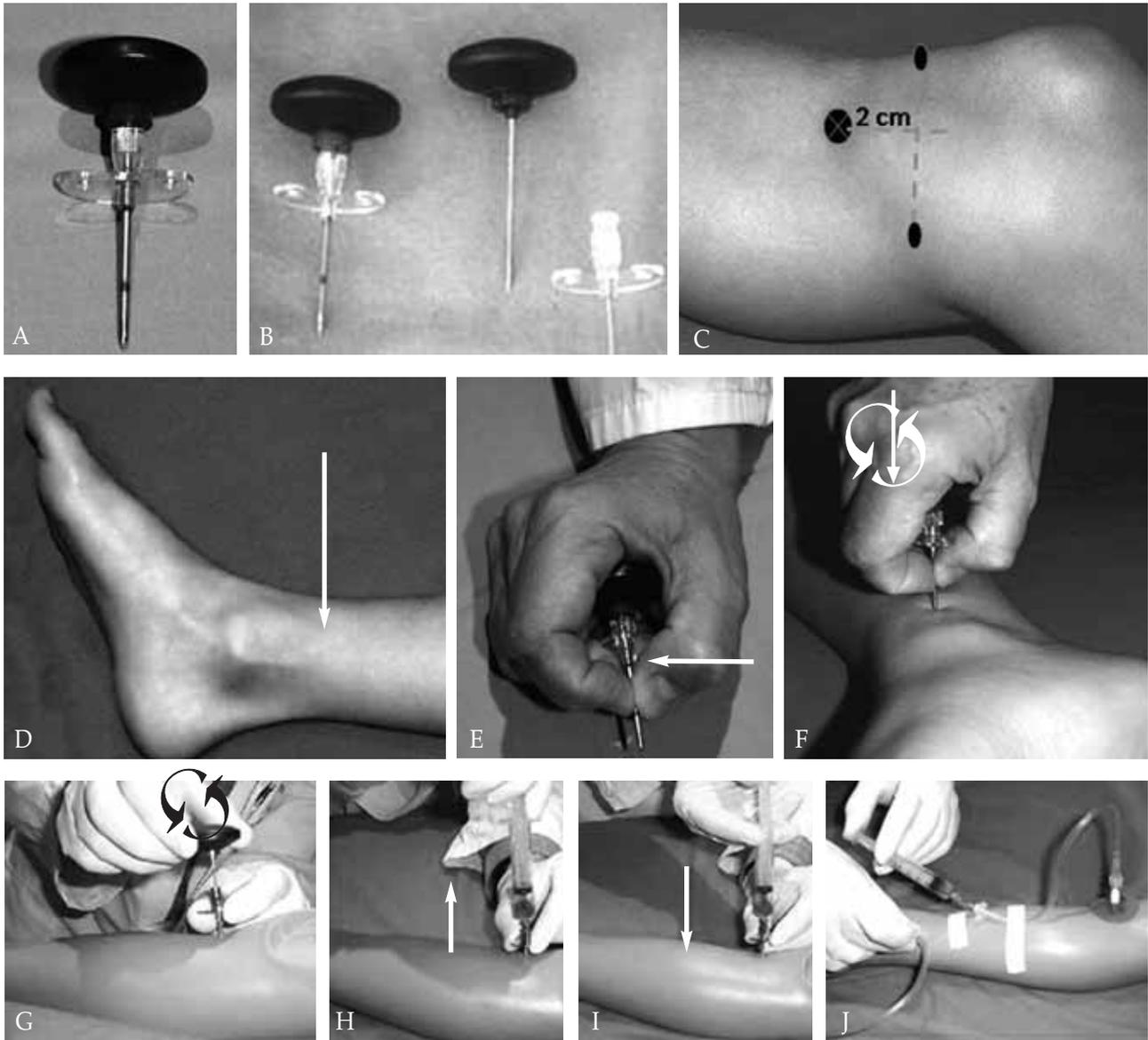


Figura 4. Aguja intraósea (A y B). Sitios de punción en menores (C) y mayores de 8 años (D). Técnica de punción (E, F y G), aspiración (H), infusión (I) y fijación (J).

grupo sanguíneo y factor Rh, y solicitud de reserva de hemoderivados.

Perfusión de líquidos

Si el niño politraumatizado está hipovolémico (signos clínicos de shock, Tabla IV), el tratamiento inicial es la infusión de volumen.

Tipo de líquidos

En la actualidad, sigue siendo motivo de controversia el tipo de solución hidroelectrolítica que debe utilizarse: cristaloides (suero salino, Ringer lactato o similar o suero salino hipertónico) frente a coloides (gelatinas, almidones o albúmina). No han podido recogerse evidencias de superioridad de unos sobre otros, pero el rendimiento en térmi-

DOPAMINA
 6 x kg de peso = mg de dopamina a diluir en 100 ml \Rightarrow 1 ml/hora = 1 mcg/kg/min

ADRENALINA
 0,6 kg de peso = mg de adrenalina a diluir en 100 ml \Rightarrow 1 ml/hora = 0,1 mcg/kg/min

Figura 5. Cálculo de perfusiones de dopamina y adrenalina.

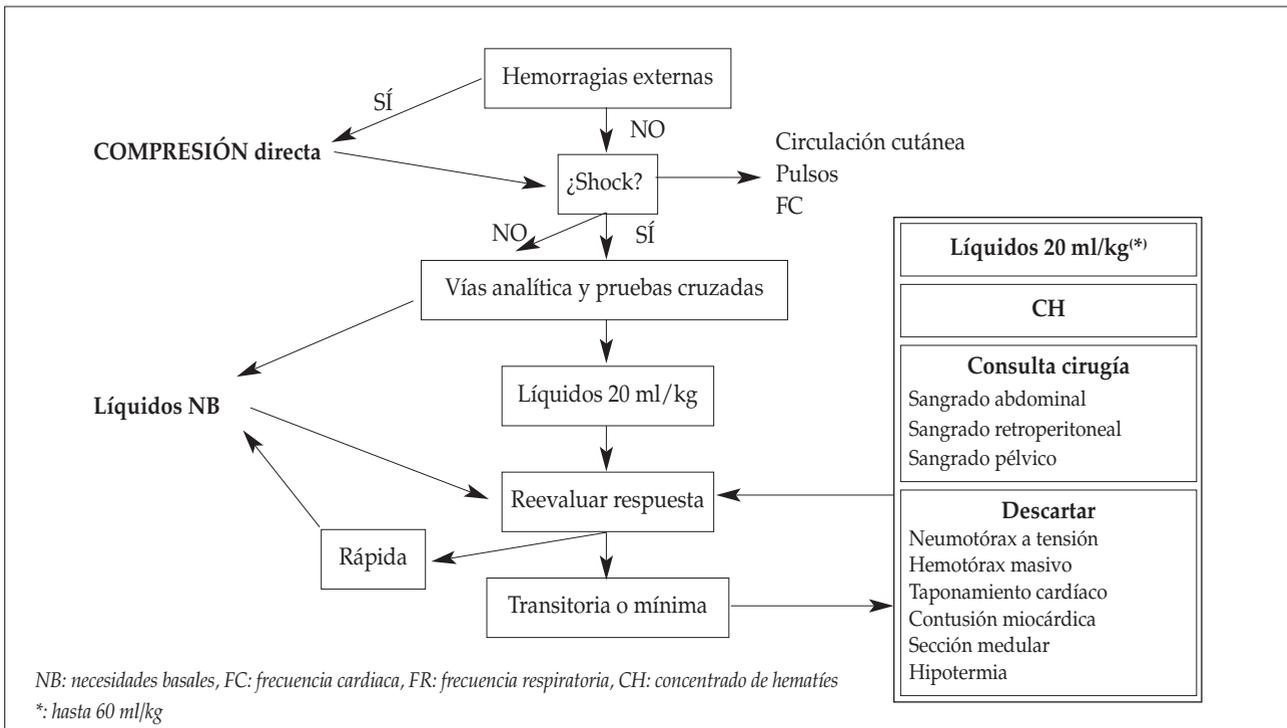


Figura 6. Esquema-resumen de actuación ante un niño politraumatizado en shock.

nos de expansión de la volemia de los cristaloides es menor que el de los coloides.

En función del grado y la rapidez de instauración del shock, puede ser necesario transfundir eritrocitos, en forma de concentrado de hemáties, quedando descartado el uso de sangre total. Se debe transfundir sangre compatible y, si la situación lo permite, con pruebas cruzadas previas. La transfusión de sangre del grupo O Rh (-) sólo está indicada en situación de parada cardiorrespiratoria con actividad eléctrica sin pulso que no responde a expansión de volemia o dificultad para la estabilización a pesar de expansión de volumen y con anemia hemorrágica aguda grave (hemoglobina menor de 5 g/dl). Se debe tener en cuenta que las transfusiones repetidas pueden originar problemas en la coagulación.

Se efectuará corrección con bicarbonato si el pH es menor de 7.15.

Debe controlarse el riesgo de hipotermia por transfusiones masivas (sobre todo en lactantes) por lo que, en ocasiones, es necesario administrarlas a través de algún sistema de calentamiento de fluidos.

Volumen

El volumen sanguíneo del niño es aproximadamente de 80 ml/kg y se suelen precisar unos 3 ml de cristaloides isotónico para compensar cada mililitro de sangre perdida, por lo que para reponer una pérdida de un 25% de volemia se precisarán alrededor de 60 ml/kg.

Se administran inicialmente 20 ml/kg de la solución elegida en 5-10 min y se reevaluará posteriormente su efecto

hemodinámico. Después de 2 bolos de 20 ml/kg hay que valorar la necesidad de transfundir concentrado de hematíes y la conveniencia de seguir con coloides. En la tabla IV se exponen las previsiones de cristaloides isotónicos necesarios para la expansión según el grado de shock.

Valoración del efecto terapéutico

Tras cada bolo de líquidos es necesario reevaluar su repercusión sobre el estado circulatorio del niño politraumatizado.

Los datos que permitirán valorar la mejoría de la volemia son: aumento de la TAS, disminución de la frecuencia cardiaca, mejoría de la perfusión periférica, aumento de la temperatura de las extremidades y aumento de la diuresis. En pacientes con sangrado interno debe conseguirse una TAS en el rango inferior de la normalidad, ya que cuanto más alta sea mayor será el sangrado. Por lo tanto, se intentará conseguir una TAS que permita la perfusión de los órganos vitales sin aumentar el sangrado.

El objetivo inicial es mantener una adecuada hemodinámica aunque el objetivo prioritario es la localización y control del foco de sangrado. La cantidad de líquido a infundir estará determinada por la respuesta hemodinámica a las sobrecargas de volumen:

- a) Respuesta rápida con estabilización. Refleja un pérdida aproximada del 20% de la volemia. Se mantendrán líquidos a necesidades basales.
- b) Respuesta transitoria o mínima. Es lo más frecuente. Refleja una pérdida de sangre superior al 20%. Indica hemorragia oculta no controlada (habitualmente en abdomen, retroperitoneo, tórax o pelvis). Requiere infusión rápida de cristaloides o coloides, transfusión de concentrado de hematíes (inmediata de isogrupo en caso de pérdidas > 40%) y consultar a Cirugía para valoración de intervención inmediata. Ante toda hemorragia grave incontrolada se debe descartar siempre: neumotórax a tensión, hemotórax masivo, taponamiento cardíaco, contusión miocárdica, sección medular alta e hipotermia.

Otras medidas

La medida terapéutica fundamental en el tratamiento del shock traumático es la reposición de volumen. Sin embargo ante un shock refractario a líquidos, una vez descartadas las causas potencialmente tratables, pueden instaurarse otras

medidas que actualmente son consideradas de segunda línea o que se encuentran en fase de experimentación y deben ser utilizadas como tratamiento compasivo:

- Inotrópicos. El uso de inotrópicos no forma parte de la atención inicial y sólo deberán utilizarse cuando se considere que el shock es refractario. Los inotrópicos a utilizar y sus dosis iniciales son los siguientes: dopamina (10 mcg/kg/min), noradrenalina (0,5 mcg/kg/min) o adrenalina (0,3 mcg/kg/min). El cálculo de perfusiones se puede consultar en la figura 5.
- Factor VII recombinante humano activado.
- Vasopresina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Domínguez P, de Lucas N, Balcells J, Martínez-Ibáñez V. Asistencia inicial al trauma pediátrico y reanimación cardiopulmonar. *An Ped (Barc)* 2002; 56: 527-50.
2. Ozturk H, Yagmur Y, Tas A, Topcu S, Orak M. Continuous infusion of small-volume fluid resuscitation in the treatment of combined uncontrolled hemorrhagic shock and head injury. *J Coll Physicians Surg Pak* 2007; 17: 19-22.
3. Cocchi MN, Kimlin E, Walsh M, Donnino MW. Identification and resuscitation of the trauma patient in shock. *Emerg Med Clin North Am* 2007; 25: 623-42, vii.
4. Castellanos A, Burón FJ, Hernández MA. Evaluación y tratamiento inicial del shock hemorrágico en el niño politraumatizado. En Casado Flores J, Castellanos A, Serrano A, Teja JL (eds.). *El niño politraumatizado. Evaluación y tratamiento*. Madrid: Ergon 2004. p. 99-107.
5. Perel P, Roberts I. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2007: CD000567.
6. Kwan I, Bunn F, Roberts I. Timing and volume of fluid administration for patients with bleeding. *Cochrane Database Syst Rev* 2003: CD002245.
7. Peláez Mata DJ, Medina A, García S, Prieto S, Concha Torre JA, Menéndez S et al. Importancia de la evaluación inicial en los traumas graves en la infancia. *Cir Pediatr* 2005; 18: 17-21.
8. Raab H, Stadlbauer KH, Lindner KH, Wenzel V, Dunser M. Developing new strategies in severe traumatic shock: Small continuous steps are likely to result in progress. *Crit Care Med* 2007; 35: 2221-2.
9. Cohn SM. Potential benefit of vasopressin in resuscitation of hemorrhagic shock. *J Trauma* 2007; 62: S56-7.
10. Uhrig L, Blanot S, Bagnon T, Orliaguet G, Carli PA, Meyer PG. Use of recombinant activated factor VII in intractable bleeding during pediatric neurosurgical procedures. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8: 576-9.