



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



MANEJO DEL SANGRADO PERIOPERATORIO

en el paciente pediátrico
en el paciente pediátrico

Dra. Mónica Hervías Sanz
Anestesiología Pediátrica
HGU Gregorio Marañón. Madrid



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 16 de Octubre de 2017

- La hemorragia es la causa más frecuentemente identificable de parada cardiaca en niños. El 12% de todas las paradas cardiacas en niños son secundarias a hipovolemia, esta hipovolemia es resultante de un infraestimación de la hemorragia en el 50% de los casos.

Bhananker SM et al. Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the pediatric perioperative cardiac arrest registry. Anesth Analg 2007; 105: 344-350.

- La transfusión sanguínea es una de los 5 problemas más importantes relacionados con la salud por sobredosificación terapéutica.

American Medical Association and the Joint Commission 2012.



Terapia transfusional pediátrica

1. Diferencias en la población pediátrica.

- a. Anatómicas
- b. Fisiológicas
- c. Hematológicas

2. Cálculo de pérdidas sanguíneas.

- a. Volumen sanguíneo estimado
- b. Pérdidas estimadas
- c. Monitorización

3. Productos sanguíneos.

- a. Concentrado de hematíes
- b. Plasma fresco congelado
- c. Plaquetas
- d. Fibrinógeno
- e. Factores. Otros

4. Hemorragia Masiva

5. Precauciones en la administración de derivados sanguíneos

5. Morbilidad y riesgo asociados a la transfusión.

- a. No inmunológicos e inmunológicos.
- b. Origen metabólico

6. Ahorro de sangre

- a. Preoperatorio
- b. Intraoperatorio

7. Hemorragia postamigdalectomía.



Diferencias en la población pediátrica

Las mayores diferencias se concentran en neonatos y lactantes

1. Anatómicas

Proporcionalidad diferente del tamaño de la cabeza y tórax con respecto a los miembros. Cabeza y abdomen grandes, tórax y miembros pequeños
→ Importancia en la valoración de la hemorragia según campo quirúrgico.

2. Fisiológicas

La distribución de fluidos varía con la edad. > agua corporal total y LEC se correlaciona con mayor volumen sanguíneo circulante.

	prematuro	RNtérmino	1-3 años	adulto
ACT	85 %	80%	65%	65%
LEC	55%	45%	25%	25%
LIC	30%	35%	40%	40%



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 23 de Octubre de 2017

Diferencias en la población pediátrica

Tabla 36-1. Volumen sanguíneo circulante en relación con la edad

Paciente	Volumen sanguíneo (ml/kg)
Recién nacido prematuro	90-100
Recién nacido a término-3 meses	80-90
De 3 meses a 1 año	75-80
De 1 a 6 años	70-75
Mayor de 6 años	65-70

Modificada de Cohen⁸.



Diferencias en la población pediátrica

- Consumo de O_2 es más elevado en la edad pediátrica → necesario mantener un gasto y aporte de O_2 adecuado.
- Miocardio neonatal menos mecanismos de compensación que el adulto: menor número de sarcómeros → capacidad contráctil limitada → dependencia alta de calcio ic El mecanismo principal de compensación ante > demanda de O_2 : ↑FC.
- En el neonato se plantea la transfusión más precozmente que en el niño mayor. Si coexiste enfermedad cardiaca o pulmonar concomitante: > necesidad de Hb.
- Los neonatos, especialmente prematuros y de bajo peso, y los que presentan enfermedades asociadas como cardiopatías, enfermedades neuromusculares, oncológicas y hemoglobinopatías asocian alta incidencia de transfusión.



Diferencias en la población pediátrica

3. Hematológicas: Hemoglobina

- La concentración de Hb es elevada al nacimiento dependiendo de la transfusión placentaria y pérdidas en el parto. EPY desciende al nacimiento y se mantienen indetectable 1-2 meses; HbF disminuye la vida media del hematíe y tiene > afinidad por O₂. Es el 20-50% de la Hb total a los 3 meses.
- Desde que se inicia la anemia del lactante, la cantidad de Hb < que adulto hasta los 6-12 años. 2,3 DPG eritrocitario es > para mayor liberación de O₂ a los tejidos.

Tabla 36-2. Valores normales de hemoglobina y hematócrito en relación con la edad pediátrica

Edad	Hemoglobina (g/dl)	Hematócrito (%)
1-3 días	18,5	56
3-6 meses	11,5	35
6 meses-2 años	12,0	36
2-6 años	12,5	37
6-12 años	13,5	40

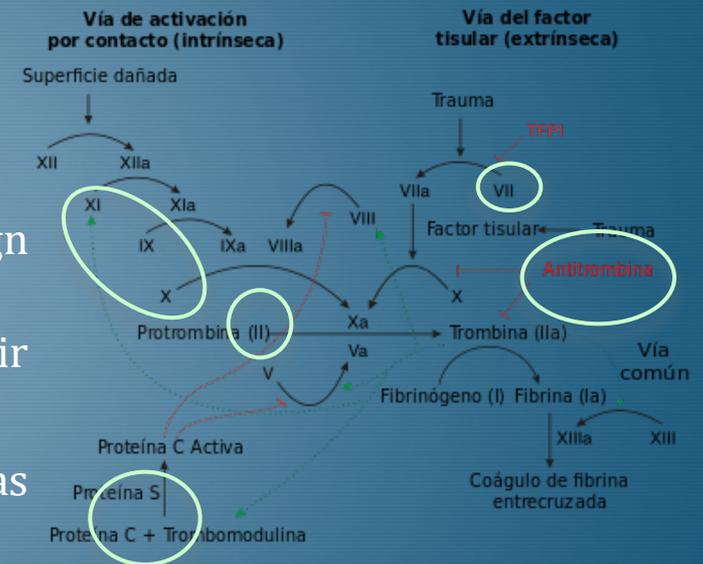
Modificada de Hume¹⁰.



Diferencias en la población pediátrica

3. Hematológicas: Hemostasia y coagulación

- Su desarrollo finaliza a los 6 meses vida igualando a adultos. El neonato tiene la coagulación inmadura pero con los niveles mínimos para coagular en condiciones normales.
- Fibrinógeno, factor VIII, FvW = 100% adulto.
- Factor VII, IX, X (vit K dep) = 70% adulto.
- Protrombina, AT-III, prot C, prot S = 50% adulto.
- Parece haber una forma fetal de Fbngn disfuncional hasta el año.
 - * Valores de test coagulación se igualan a partir 6 meses: aPTT prolongado (IX, X, XI).
- Las plaquetas tienen = recuento aunque en las primeras 2 semanas de vida son menos reactivas.
- Los prematuros < 33 s tienen recuentos menores ($100-150 \cdot 10^3$). Ascende en 50% en 10-14 días. El volumen medio plaquetar es menor en prematuros.



Cálculo de pérdidas sanguíneas

Tabla 36-1. Volumen sanguíneo circulante en relación con la edad

Paciente	Volumen sanguíneo (ml/kg)
Recién nacido prematuro	90-100
Recién nacido a término-3 meses	80-90
De 3 meses a 1 año	75-80
De 1 a 6 años	70-75
Mayor de 6 años	65-70

Modificada de Cohen⁸.

1. Cálculo del volumen sanguíneo estimado VSE.

Hábito corporal influye: obeso 60-65 ml/kg.



Cálculo de pérdidas sanguíneas

2. Cálculo de Máxima Pérdida Sanguínea Permitida MPSP.

VSE X Hto paciente - **Hto mínimo aceptable**

Hto paciente

- El **Hto mínimo aceptable** varía de modo individual, dependiendo de la enfermedad de base, la estabilidad hemodinámica y/o existencia de hemorragia activa, demandas metabólicas, parámetros de monitorización y si es neonato por el riesgo de apnea.
- Umbral trasfusional: liberal 9-10 gr/dl, restrictivo 7 gr/dl. Hay que individualizar; mayores umbrales para neonatos (NEC 10 gr/dl), trauma cerebral, lesión neurológica potencial, sangrado en curso, cardiópatas, inestabilidad hemodinámica, ventilación mecánica.

Variabilidad intra e interhospitalaria.

Habitualmente se considera entre 20-25%. Equivale a Hb entre 7-8 gr/dl. No hay un umbral con evidencia suficiente, falta literatura.



Ejemplo:

- Niño de 6 años de 25 kg de peso con 40% Hto y mínimo aceptable 23%

$$VSE = 25 * 70 = 1.750 \text{ ml}$$

$$MPSP = (1.750 * (40 - 23)) / 40 = 743 \text{ ml}$$

- Niña de 8 meses 8 kg de peso con 37% Hto y mínimo aceptable 25%

$$VSE = 8 * 80 = 640 \text{ ml}$$

$$MPSP = (640 * (37 - 25)) / 37 = 208 \text{ ml}$$



Pérdidas estimadas

- Preoperatorio de **cirugía urgente**: valorar signos indirectos de hemorragias ocultas, valoración del grado de deshidratación (hipovolemia), no siempre posible analítica, rehidratar y cruzar sangre. Precaución en la inducción anestésica.
 - Taquicardia, taquipnea, hipotensión, oliguria.
 - Turgencia de la piel, ojos hundidos, fontanela deprimida, relleno capilar.
 - Febrícula.
- **Cálculo del VSE y el correspondiente 20%-50%**.
La hemorragia > 20% del VSE ya produce alteraciones hemodinámicas y > 50% se considera hemorragia masiva.
- Valoración del **campo quirúrgico** para estimación pérdidas: localización anatómica, técnicas quirúrgicas.
- Elección de monitorización. ¿Cuántos VS va a sangrar?



Monitorización en cirugía pediátrica

Tabla 36-3. Monitorización intraoperatoria según las pérdidas sanguíneas

Pérdidas sanguíneas estimadas (volumen sanguíneo)	Monitorización recomendada
Menos de 0,5	Monitorización básica (MB)
0,5-1,0	MB + diuresis
1,0 o más	MB + diuresis + PVC + PAinv
1,0 o más, potencialmente rápido	MB + diuresis + PVC + PAinv + + vía i.v. gruesa + bomba de perfusión rápida
Traumatismo grave o traumatismo craneoencefálico grave	MB + diuresis + PVC + PAinv + + vía i.v. gruesa + bomba de perfusión rápida

i.v.: intravenosa; PAinv: presión arterial invasiva; PVC: presión venosa central.
Modificada de Coté¹⁸.



Monitorización

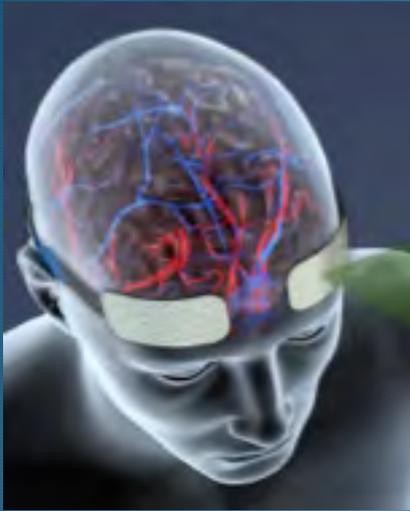
- Monitorización habitual básica MB.
 - Añadir temperatura central.
- Monitorización avanzada (invasiva).
 - TA/PVC/otros: picco, mostcare.
 - Gasometrías para control iónico.
 - No siempre posible en los más pequeños.
 - Dificultades técnicas. Contribución importante ECO.
 - Complicaciones potenciales.
 - Inestables.
 - Acceso periférico de vía central. Neonatos: silásticos.
 - Sondaje vesical.
 - NIRS double site: cerebral y renal o mesentérica.



Oximetria NIRS

Saturación regional:

- Perfusión local...Gasto cardiaco
- Oxigenación
- Hemoglobina



PRODUCTOS SANGUÍNEOS I

Concentrado de hematíes

- Cálculo del volumen de CH: misma fórmula que MPSP pero modificando el denominador con el hematocrito del CH y el Hto mínimo aceptable por el deseado. Cada CH suele tener un Hto entre el 60 y 70% si es almacenado con citrato-fosfato-dextrosa-adenina 1.

$$\text{Volumen CH} = \frac{\text{VSE} \times (\text{Hto paciente} - \text{Hto deseado})}{\text{Hto CH}}$$

- Simplificando asumimos que 0,5 ml de CH que se repone por cada 1 ml de MPSP se obtiene un Hto \approx 30%.
- En general, para elevar la Hb 2,5 g/dl se necesitarían unos 10 ml/kg.

Plasma fresco congelado

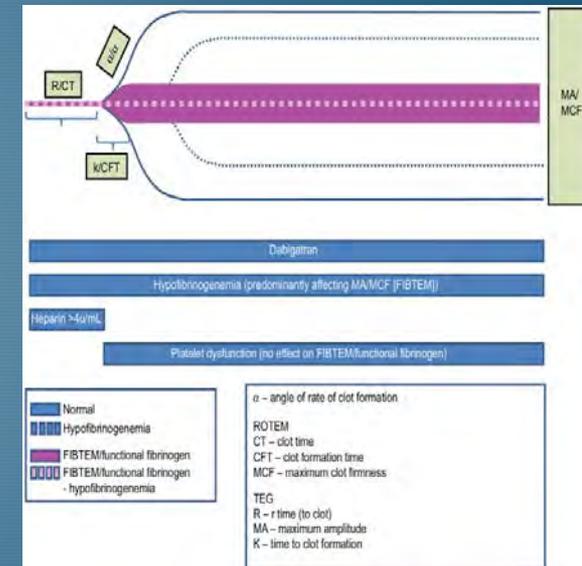
- Mismas indicaciones que los adultos.
- Reponer si INR > 2 o TP > 1,5 veces el normal o PTT > 2 veces el normal con hemorragia activa.
- Sin test de laboratorio se administra PFC a dosis de 10-15 ml/kg, que eleva los factores un 20%. Se recomienda utilización de TEG® o ROTEM® como guía de reposición.



PRODUCTOS SANGUÍNEOS II

Fibrinógeno

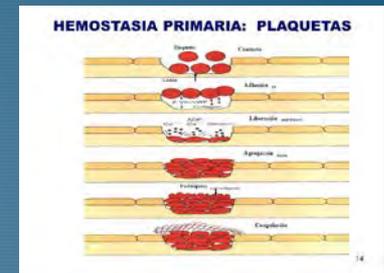
- Un nivel preoperatorio $<$ predice mayores pérdidas sanguíneas en el adolescente.
- Si el test convencional de Claus $<150-200$ mg/dl o MCF < 8 mm (13mm Haas) en ROTEM®/FIBTEM se recomiendan dosis de 10-15 ml/kg de PFC (insuficiente) o fibrinógeno o crioprecipitados.
- Los crioprecipitados Contienen también FXIII, fibronectina. La dosificación es 1 U por cada 5-10 kg de peso para aumentar 50 mg/dl. Poco utilizados actualmente. Deben de ser compatibles en grupo AB0 sin considerar RhD.
- La dosis de fibrinógeno oscila entre 30-50 mg/kg hasta 100 mg/kg en CCV del neonato y lactante.



PRODUCTOS SANGUÍNEOS III

Plaquetas

- Generalmente la reposición se sujeta al recuento plaquetario en vez de la función. Este recuento debe mantenerse durante la cirugía entre 50 y 100.000 cells/ μ l.
- El umbral trasfusional en neonatos es <50.000 si estables o si hemorragia menor y <100.000 si la hemorragia es mayor o cirugía progr.



➤ Dosificación:

- 1 concentrado de plaquetas por cada 10kg de peso. Si > 20 kg se aplican los criterios del adulto.
- En los < de 20 kg, 5 ml/kg de plaquetas de aféresis para elevar 50.000 aunque puede necesitarse hasta más de 15 ml/kg, en neonatos se aconsejan hasta dosis de 20-25 ml/kg/hr.
- Las plaquetas no contienen Ag RhD aunque pueden sensibilizar a pacientes con cáncer inmunodeprimidos. Lo ideal es compatibilidad AB0 y si no es posible compatibles en grupo.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada

Valencia 23 de Octubre de 2017



PRODUCTOS SANGUÍNEOS III

Sangre completa

- La sangre completa tiene todos los factores y fibrinógeno, excepto F VII y F V en 20-50% de los valores normales. Se desarrolla coagulopatía tras trasfundir > 3 VS de SC.
- Menor exposición a múltiples donantes.
- Sangre fresca si antigüedad menor de 7 días (menor K).

Factores de coagulación.

- F VIIa
 - Uso compasivo. No evidencia de utilización. Experiencia en CC. Dosis 50-100 $\mu\text{gr}/\text{kg}$.
 - Riesgo de eventos trombóticos.
 - Sólo hemorragia refractaria tras máximo tratamiento standard.
 - Necesario normalizar plaquetas, calcio previo a su administración.
- Complejos protrombínicos
 - Diferente preparado según concentración de factores, prot C y S y AT.

Potencia la fase de amplificación y promueve la generación de trombina.

No literatura en población pediátrica.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada

Valencia 23 de Octubre de 2017



PRODUCTOS SANGUÍNEOS III

Table 3 Content of available prothrombin complex concentrates

Product	FII	FVII	FIX	FX	Protein C	Protein S	AT	Heparin
Bebulin	24–38	<5	24–38	24–38	–	–	–	<0.15 ^a
Beriplex P/N, Confidex or Kcentra	20–48	10–25	20–31	22–60	15–45	12–38	0.2–1.5	0.4–2.0
Cofact	≥15	≥5	≥20	≥15	–	–	–	–
FEIBA ^b	1.3 ^c	0.9 ^c	1.4 ^c	1.1 ^c	1.1 ^c	–	–	None
Kaskadil	40	25	25	40	–	–	–	–
Octaplex	14–38	9–24	25	18–30	13–31	12–32	–	5–12.5
PPSB-human sD/Nano	25–55	7.5–20	24–37.5	25–55	20–50	5–25	0.5–3.0	0.5–6.0
Profilnine sD	1.5 ^a	0.35 ^a	100 ^d	1 ^a	–	–	–	None
Prothromplex Total	30	25	30	30	>20	–	0.75–1.5	<15
Uman-Complex D.I.	25	–	25	20	–	–	–	–

All units are IU·ml⁻¹ unless otherwise indicated.

^aIU per IU factor IX.

^bContains activated FVII.

^cU per 1U FEIBA.

^dIU per dose.

Adapted with permission from Grottke and Levy (54). <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2111046>.

© 2017 John Wiley & Sons Ltd

Pediatric Anesthesia **27** (2017) 678–687

683



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 23 de Octubre de 2017

683

	Threshold – clinical and laboratory NA ^a	Threshold – clinical and laboratory EU ^b	Transfusion Guidelines NA ^a	Transfusion Guidelines EU ^b
Crystalloids	Maintenance and deficit fluid replacement	Aggressive and timely stabilization of cardiac preload throughout the surgical procedure.	Use NS or LR following 4-2-1 rule ^c for maintenance. For deficit use RL or Plasmalyte, 3 ml·kg ⁻¹ to replace every 1 ml·kg ⁻¹ blood loss up to 10–20% EBV ^d . (<i>Cave: large volumes of NS have been associated with hypervolemic metabolic acidosis</i>)	Balanced solutions for crystalloids should be used as basis solute for iso-oncotic preparations.
Colloids	May be used to replace blood loss over 20% EBV or sooner if hemodynamic instability and weight <10 kg.	No clear recommendation regarding the choice of perioperative fluid replacement in children (<i>Pronounced coagulation disturbance following HES infusion, minor disturbances following gelatin solution or albumin</i>)	5% Albumin 1 ml·kg ⁻¹ to replace 1 ml·kg ⁻¹ blood loss over 20% EBV. Usual dose to treat hypotension caused by hypovolemia is 10–20 ml·kg ⁻¹ per dose of 5% albumin with maximum dose of 6 g·kg ⁻¹ per day.	Iso-oncotic colloids cause less tissue edema as compared with crystalloids.
PRBC	Start based on Hct and clinical situation; weight, hemodynamic instability and ongoing bleeding. Hct 21–25% in <10 kg baby with ongoing bleeding is an indication, however if older child and hemodynamically stable this may be acceptable.	Critical threshold hemoglobin of 8 g·dl ⁻¹ may be safe in severe pediatric perioperative bleeding. In stable, critically ill children, hematocrit of 7 g·dl ⁻¹ may suffice.	10 ml·kg ⁻¹ will raise the hematocrit by ~10%. 20 ml·kg ⁻¹ PRBC will increase Hemoglobin by 4 g·dl ⁻¹ . Guided by calculated acceptable ABV ^e .	Calculation of required transfusion volume (mL): Body weight (kg) x desired increment in hemoglobin concentration (g·dl ⁻¹) x 5
FFP	PT/PTT > 1.5 x normal or microvascular surgical bleeding defined as: 1. Recurrent bleeding from the wound margins despite appropriate attempts at surgical hemostasis 2. Increased bleeding in the absence of elevated arterial or venous pressure or changes in surgical dissection 3. Decreased clot formation in the pooled surgical field blood	No clear recommendation for indication and dosing of FFP. Administration of coagulation factors preferred.	10–15 ml·kg ⁻¹ of FFP	Dose of 10–15 ml·kg ⁻¹ might be insufficient to achieve hemostasis



Pediatric Anesthesia

Pediatric Anesthesia ISSN 1155-5645

REVIEW ARTICLE

Bleeding management for pediatric craniotomies and craniofacial surgery

Susan M. Goobie¹ & Thorsten Haas²

¹ Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Medicine, Boston Children's Hospital, Boston, MA, USA
² Department of Anesthesia, University Children's Hospital Zurich, Zurich, Switzerland

Table 1 Continued

	Threshold – clinical and laboratory NA ^a	Threshold –clinical and laboratory EU ^b	Transfusion Guidelines NA ^a	Transfusion Guidelines EU ^b
Platelets	Platelets given if count < 50 000 cells- μl^{-1} and surgical bleeding to target count of 100 000 cells- μl^{-1} .	Transfusion may be considered if platelet count is <50 000–100 000 cells- μl^{-1}	Platelets 0.1 ml- kg^{-1} will raise count by 25 000 cells- μl^{-1} . Platelets 1 unit- kg^{-1} will raise the platelet count <50 000 cells- μl^{-1}	Transfusion of one unit of platelet concentrate per 10 kg, or 5 ml- kg^{-1} of apheresis concentrate should raise platelet count by 20 000–50 000 μl^{-1}
Fibrinogen	Cryoppt given if fibrinogen < 100 mg dl ⁻¹ and/ or surgical bleeding (Fibrinogen concentrate not FDA approved for acquired deficiency)	Trigger levels of 1.5–2.0 g-l ⁻¹ plasma fibrinogen concentration or ROTEM [®] FIBTEM MCF > 7 mm should be used in bleeding children	Dose 1 unit per 5 kg; will raise fibrinogen ~50 mg-dl ⁻¹ . <i>Recent expert opinion suggests maintaining Fibrinogen >150 mg-dl⁻¹ when ongoing surgical bleeding.</i>	Fibrinogen concentrate (30–50 mg- kg^{-1}) of cryoppt (5 ml- kg^{-1}) may be used to increase plasma fibrinogen concentrations above trigger levels.
PCC	Not FDA approved for replacement of coagulation factors associated with dilutional coagulopathy.		Only FDA approved for the urgent reversal of vitamin K-antagonist therapy in patients with acute major bleeding.	No pediatric dose recommendation; data are limited. In adults: 20–30 IU- kg^{-1}
Additional treatment	Consider DSW at half maintenance to maintain glucose within normal limit. Antifibrinolytics should be considered if expected bleeding >40% EBV and no contraindications.	FXIII levels <60% in bleeding patients may trigger substitution. Perioperative antifibrinolytic therapy should be used in cardiac and non-cardiac pediatric surgery in high bleeding risk scenarios.	Tranexamic acid dose of 10 mg- kg^{-1} loading dose given over 15 min and 5 mg- kg^{-1} h ⁻¹ recommended based on PK analysis in craniofacial patients (70) but no consistent dosage guidelines for pediatric surgical patients.	No recommendation to use FXIII concentrate in children; optimal dose range uncertain.

Pediatric Anesthesia

Pediatric Anesthesia ISSN 1155-9645

REVIEW ARTICLE

Bleeding management for pediatric craniotomies and craniofacial surgery

Susan M. Goobie¹ & Thorsten Haas²

¹ Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Medicine, Boston Children's Hospital, Boston, MA, USA

² Department of Anesthesia, University Children's Hospital Zurich, Zurich, Switzerland



HEMORRAGIA MASIVA I

Hemorragia masiva: > de 1 volumen sanguíneo circulante (VS) en 24 hr. Se asocia con: hipovolemia, anemia, coagulopatía, hipopotasemia, hipotermia, acidosis.

- La hemorragia > 20% del VSE ya produce alteraciones hemodinámicas y > 50% se considera hemorragia masiva.
- Mayor riesgo de cirugía hemorrágica
 - Menor de 1 año
 - Trauma pediátrico
 - Cirugía CC, CCF, Ortopédica (escoliosis)
 - Cirugía abdominal tumoral.
- ¡La anemia se tolera mejor que la hipovolemia!



HEMORRAGIA MASIVA II

- Reposición con coloides o cristaloides:
 - Reposición cristaloides o coloides en proporción 2 o 3:1 de las pérdidas. USA cristaloides solo.
 - Si < 10 kg cuando pérdidas son rápidas y < 20%EBV se recomienda coloide 1:1 (todos producen ligera coagulopatía y plaquetopenia). No utilizar PFC para expansión de volumen.
 - Si < 10 kg y pérdidas > 20% EBV reponer 1:1 con CH.
 - Si > 10 kg y pérdidas sanguíneas \approx 30-40% del VS → transfundir CH.
- Objetivo: mantener Hb > 8 gr/dl ,si estable hemodinámicamente valorar 7 gr/dl. (25 y 21% de hematocrito respectivamente). Neonato inestable iniciar CH cuando hemorragia >10% VS.
- 1:1 CH y PFC pero no hay fuerte evidencia en hemorragia masiva perioperatoria en la población pediátrica.
- EL fibrinógeno, primer factor que llega a niveles críticos, <100mg/dl si sangrado > 1,5 VS. El PFC contiene fbng pero si <100-200 mg/dl administrar fibrinógeno o precipitados (Fibronect, FVIII, vW, XIII).



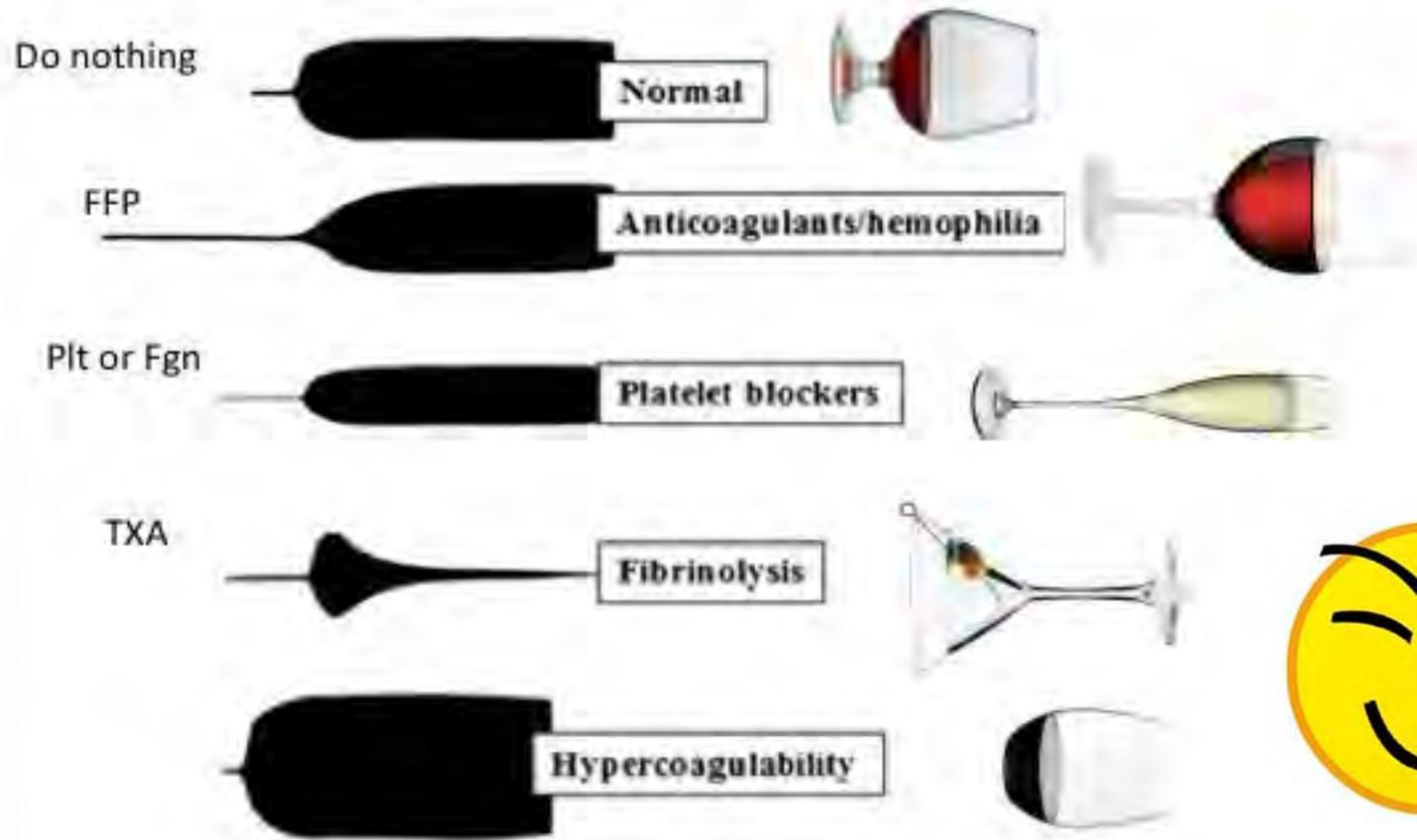
HEMORRAGIA MASIVA III

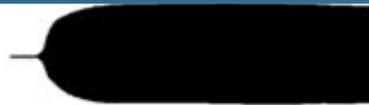
- Las plaquetas descienden un 40% después de un VS perdido, 20% más con el 2º VS y 10% con el 3º VS. Si valores plaquetarios elevados no hay que reponer hasta perder el 4º VS. Reponer si $< 50.000 \mu/l$, si hemorragia aguda $< 75.000 \mu/l$ y si trauma neurológico $< 100.000 \mu/l$
- Déficit de factores con pérdidas > 1 VS, \downarrow 25% factores si sangrado 2 VS.
- La sangre completa tiene todos los factores, fibrinógeno, F VII y F V en 20-50% de los valores normales. Si se trasfunde, habrá coagulopatía tras trasfudir > 3 VS.
- Ácido tranexámico: recomendado en el trauma pediátrico a dosis de 15 mg/kg en 10 minutos seguido de perfusión 2 mg/kg/hr en las siguientes 8 hrs si < 12 años y 1 gr (12 minutos) seguido de otro a las 8 hr para los mayores.
- TEG® o ROTEM® : se recomienda su uso en la población pediátrica pero, como siempre, hacen falta más estudios, especialmente en la búsqueda de una base referencial relacionada con la edad.

mantener el calcio iónico $> 0,9$ mmol/l



Drinker's guide to viscoelastic testing





Normal

R;K;MA;Angle = Normal



Anticoagulants/hemophilia

Factor Deficiency

R;K = Prolonged;

MA;Angle = Decreased



Platelet Blockers

Thrombocytopenia/
Thrombocytopathy

R ~ Normal; K = Prolonged;

MA = Decreased



Fibrinolysis (UK, SK, or t-PA)

Presence of t-PA

R ~ Normal;

MA = Continuous decrease

LY30 > 7.5%; WBCLI30 < 97.5%;

Ly60 > 15.0%; WBCLI60 < 85%



Hypercoagulation

R;K = Decreased;

MA;Angle = Increased



D.I.C

Stage 1

Hypercoagulable state with
secondary fibrinolysis



Stage 2

Hypocoagulable state

Precauciones en la administración de derivados sanguíneos

- Control de velocidad de trasfusión:
 - Bombas volumétricas o de jeringa. No caída libre sin control de velocidad de perfusión ni del volumen infundido.
 - Asegurar catéteres de calibre y longitud adecuada.
- Comprobar antigüedad del CH para neonatos y lactantes.
- Control iónico en neonatos y lactantes.
- Infusión de CH y PFC con calentador de sueros.
- Vigilancia de aire en línea.
- Evitar hipotermia: calentadores. Susceptibilidad > neonatos y lactantes.



Catéteres venosos

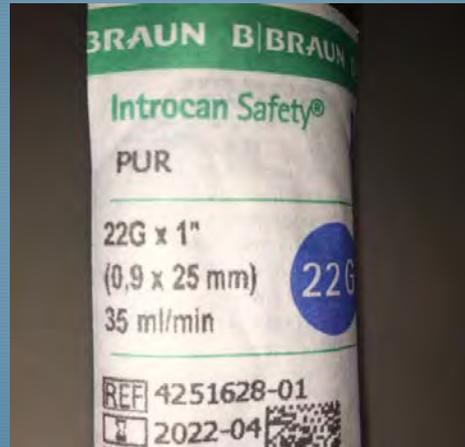
- Es importante asegurar accesos venosos adecuados: ojo con la velocidad máxima de infusión.

“Conocer el material”.

Catéter venoso periférico



22 ml/min



35 ml/min



345 ml/min



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 23 de Octubre de 2017

Catéteres venosos

Catéter venoso central



4,5 F:

8 cm	12,5 cm
6,7 ml/min	3 ml/min
7,5 ml/min	4 ml/min
14,4 ml/min	10 ml/min



5,5 F:

8 cm	20 cm
19,21,21G	
16 ml/min	8,4 ml/min
17 ml/min	8,8 ml/min
27 ml/min	20 ml/min



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 23 de Octubre de 2017

“Conocer el material”



Hospital General Universitario
Gregorio Marañón

Comunidad de Madrid

GUÍA TRANSFUSIONAL HOSPITALARIA

1. COMPONENTES SANGUÍNEOS (CS) DISPONIBLES EN EL BANCO DE SANGRE (BS)

Componentes celulares

Todos los componentes celulares están
leucorreducidos: (n° leucos $< 10^6$ / unidad)

Concentrados de hematies (CH)

1 CH = Hto. 50% - 65%; Vol.: 250 - 350 ml

Plaquetas (PL)

1 «Pool» = 5 U.; 2.7×10^{11} ; Vol.: 250 - 300 ml

1 ud. de Plaquetoféresis = 2.7×10^{11} (1 donante)

Plasma fresco congelado (PFC)

1 ud. PFC = Vol.: 200 - 250 ml

-Obtenido, de sangre total o por aféresis, y congelado.

-Varios tipos (BOE 11/06/98): cuarentenado, solidario, y fotoinactivado.



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 23 de Octubre de 2017

Morbilidad y riesgo asociados a la transfusión I.

Hay evidencia de que los efectos secundarios a la transfusión se asocian con aumento de la morbi-mortalidad en la población pediátrica.

Causas mayores de este incremento de morbimortalidad:

- TRALI (transfusion-related acute lung injury). 2-6 hrs postransfus.
- TACO (transfusion-related acute circulatory overload)
- Reacciones transfusionales hemolíticas por incompatibilidad AB0.
Severidad variable, a veces no detectable en quirófano. $1/(14-38)*10^3$

Causas menores: infecciones y TRIM (transfusión-related inmunomodulation)

- **Reacción febril trasfusional no hemolítica**
La más frecuente, asociado a plaquetas 30% (3 veces > adultos) y CH 6,8% (7 veces > adultos). Autolimitadas, por citoquinas y leucocitos.
- Inmunosupresión



Morbilidad y riesgo asociados a la transfusión II.

Neonatos:

- Se irradian los derivados sanguíneos para evitar la enfermedad injerto contra huésped relacionada con la transfusión.
- Se utilizan productos deplecionados de leucocitos para minimizar reacciones febriles no hemolíticas e inmunomodulación.
- Hay que tener en cuenta que hasta los 4 meses de vida los lactantes todavía tienen anticuerpos maternos en la sangre. Por ello, y si es posible, hay que tomar muestras a la madre igualmente para determinación de grupo AB0 y RhD y detectar si hay anticuerpos atípicos.
- Se recomienda para minimizar la exposición al donante en los menores de 10 kg, fraccionar la misma bolsa en 2 o 3 fracciones que se guardarán para el mismo receptor hasta su fecha de caducidad.
- Muy sensibles a las complicaciones metabólicas de la transfusión.



Riesgos metabólicos

Relacionado con transfusión rápida: más evidentes en los niños por la relación entre el volumen de la trasfusión y el VS.

Hipocalcemia:

- Alteración metabólica más frecuente.
- Originada por la toxicidad del citrato de la unidad almacenada: quelante del calcio.
- Depende del tipo de derivado trasfundido, la velocidad de infusión y la función hepática (neonatos inmadurez hepática).
- Más frecuente con PFC o SC
- Más frecuente si la velocidad de transfusión es > 1 ml/kg/min.
- Neonato muy sensible por su dependencia del calcio para la contractilidad cardiaca.
- Tratamiento: 10-15 mg/kg de ClCa.



Riesgos metabólicos

Hipomagnesemia:

- Consecuencia de la acción quelante citrato.
- Especialmente en insuficiencia hepática.

Acidosis metabólica y alcalosis metabólica.

- El ph no se acidifica por la transfusión, es consecuencia de hipoperfusión.
- Grandes cantidades de citrato producen alcalosis mtb por su metabolización.

Hiper o hiperglucemia

En relación con estados de hipoperfusión o hemodilución.



Riesgos metabólicos

Hiperkalemia.

El envejecimiento del hematíe deteriora las membranas celulares y libera K.
Hyperkalemia statement. www.pedsanesthesia.org 2011. www.wakeupsafe.org/hyperkalemia_statement.pdf.

- La cantidad de K es directamente proporcional a la antigüedad de almacenaje de la sangre.
- Mayor cantidad en sangre completa (excepto si es fresca < 1 semana) y en sangre irradiada (no debe trasfundirse más de 24 hr post-irradiación).
- The “ Wake up Safe” initiative from Society of Pediatric Anesthesia recomienda que los CH deben ser “frescos”: < 1 semana o lavados si el paciente es < de 1 año o < 10 kg.

www.pedsanesthesia.org_2011. www.wakeupsafe.org/hyperkalemia_statement.pdf

- En general, se indica que niños menores de 4 meses no deberían recibir CH de más de 10-14 días y para los niños pequeños concentrados con no más de 3 semanas de almacenaje.



Ahorro de sangre

- Enfoque multimodal perioperatorio para minimización de hemorragia y complicaciones de la transfusión de sangre y derivados.
- “Society for the Advancement of Blood Management (SABM) es la aplicación en el tiempo de conceptos médicos y quirúrgicos basados en la evidencia y diseñados para mantener concentraciones de la hemoglobina, optimizar la hemostasis y minimizar las pérdidas hemáticas en un esfuerzo para mejorar el pronóstico del paciente.

www.sabm.org



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 23 de Octubre de 2017

Ahorro de sangre: cirugías hemorrágicas

Previsión de pérdidas hemáticas > 15-20% o 7 ml/kg

➤ Cirugía de la escoliosis.

Alto potencial hemorrágico especialmente las neuromusculares, de bajo peso y talla, desnutridos, deformidad espinal severa, > número de niveles fusionados, reintervenciones, abordaje anterior-posterior.

➤ Cirugía craneofacial (CCF) y craneotomías.

Alto potencial hemorrágico las CCF entre 3-12 meses de vida (pérdidas de 0,5 a 4 VS), si < 10 kg, < 18 meses, tiempos quirúrgicos > 5 hrs, reintervenciones, con hipertensión intracraneal.

➤ Cirugía Cardíaca (CC).

Coagulopatía asociada a la CEC: hemodilución, fibrinólisis, duración

Coagulopatía asociada al paciente cianógeno

Coagulopatía en cirugía neonatal: hemodilución

Mayor riesgo: reintervenciones, hipotermia



Ahorro de sangre: preoperatorio

- **Detectar anemia** y tratarla o posponer cirugía si Hb < 10 gr.

La anemia es factor independiente y multiplicador de morbimortalidad.

- Lactantes de 3-6 meses anemia fisiológica. Si toman leche materna más riesgo, administrar hierro preoperatorio oral.
- Algunos centros administran hierro sacarosa iv en el postoperatorio a dosis 3 mg/kg a partir de los 3-4 años. No hay todavía suficiente literatura.
- Estimulantes de eritropoyesis. EPO. Si riesgo >de hemorragia 600 IU kg.semana sc en 3-4 semanas con Fe, Vit B12, Vit E y ac fólico. No exento de riesgos (aplasia cel rojas, convulsiones, HTA, trombosis venosa) y caro por lo que se administra en pocos centros y muy seleccionado.

- Embolización preoperatoria de vasos susceptibles.



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 23 de Octubre de 2017

Ahorro de sangre: preoperatorio

- **Donación autóloga:** niños mayores
 - Previsión hemorragia > 20% VSE , peso mínimo 20 kg , > 10 años, Hb > 11 gr/dl.
 - Donación entre 6-10 ml/kg, máximo 10-12% VS por sesión, generalmente la semana previa a la cirugía, puede almacenarse 6 semanas.
 - Desventajas anemia preop, donación incompleta, sangre desperdiciada, riesgo de contaminación bacteriana. Necesita un programa establecido.
 - Hierro preoperatorio intravenoso: no suficiente literatura, controles previos analíticos.
 - Sangre con menor hematocrito, no contiene F V y VII.

Tabla 36-9. Volumen de extracción de sangre en predonación de sangre autóloga en relación con el peso

Peso (kg)	Volumen de extracción (ml)
Entre 20 y 30	100
Entre 30 y 35	250
Entre 36 y 42	325
Entre 43 y 48	400
Más de 48	450

Modificada de American Association of Blood Banks and Transfusion Services⁶⁰.



Ahorro de sangre: intraoperatorio

Evitar hipotermia y acidosis (altera coagulación). Sistemas de calor. Gasometrías de control.

- **Protocolo transfusional restrictivo.** 9 gr/dl → 7 gr/dl. Es posible si no inestabilidad hemodinámica o hemorragia activa. Necesario ajustar individualmente, y monitorizar; preocupación por el desarrollo neurocognitivo.
- Algoritmos de trasfusión de hemoderivados basados en tromboelastografía en vez de test laboratorio. Insuficiente experiencia pediátrica aunque ya se inicia en CC y CCF.
- Técnicas quirúrgicas implementadas y **hemostáticos tópicos:** Surgicel®, Floseal®, Gelfoam®. Infiltraciones con vasoconstrictor (CCF).



Ahorro de sangre: intraoperatorio

➤ Recuperador de sangre autóloga

Limitaciones pediátricas:

- Edad > 6 meses, > 10 kg, volumen mínimo de sangre necesario no alcanzable a veces.
 - Tamaño de la campana de sistemas de flujo semicontínuo: 55ml (<15 kg), 125ml (15-70 kg), 175 ml.
 - Hto 50-70% sin factores ni plaquetas. Son hematíes lavados en SF con heparina. El lavado retira el 95% de la heparina.
- Hemodilución iso e hipervolémica. Poca utilización actualmente por la manipulación y riesgo de contaminación bacteriana, la dilución de factores y riesgo de cambios de la volemia.



Ahorro de sangre: cirugías hemorrágicas III

3. Antifibrinólisis:

Las cirugías muy hemorrágicas activan la generación de plasmina a través del activador endotelial, activación de contacto, mediada por sistema kallicreína. Las lesiones extensas tisulares activan urokinasa, kallicreína y activador tisular del plasminógeno causando un estado de hiperfibrinólisis que disminuye la estabilidad del trombo favorece el consumo de factores trombóticos.

Análogos sintéticos de la lisina que inhiben competitivamente la activación del plasminógeno a plasmina.

No hay estudios farmacocinéticos claros en la población pediátrica aunque sí se demuestra que disminuye el sangrado perioperatorio.



Ahorro de sangre: cirugías hemorrágicas III

➤ Ácido tranexámico.

- Dosis bolo 15-5 mg/kg máx 1 gr (en 15 minutos) + perfusión de 10-5-1 mg/kg/hr según cirugías y literatura.
- Riesgo de convulsiones a altas dosis en menores de un año en CCV. El riesgo de trombosis y de convulsiones es dosis dependiente y de baja incidencia.
- Protocolos más desarrollados en cirugía de la escoliosis con tratamiento postoperatorio si hemorragia o riesgo elevado. No se sabe bien su dosis de eficacia ideal y se desconoce la sensibilidad exacta de TEG® o ROTEM® aunque se demuestra mejor que seguimiento por test de laboratorio.

➤ Ácido aminocaproico. Menos experiencia en población pediátrica. Dosis de bolo de 100 mg/kg seguido de infusión de 40 mg/kg /hr se ha visto efectivo en CCF.

Faraoni D et al. The Efficacy of Antifibrinolytic Drugs in Children Undergoing Noncardiac Surgery: A systematic review of the literature. *Anesth Analg* 2014; 118:628-636



Hemorragia post-amigdalectomía

- Riesgo de hemorragia 0,5-10%: primaria (primeras 24 hrs, especialmente 4-6 hrs) y secundaria (tras las 24 hrs, frecuente en 5-10 días postoperatorios). Importancia de la técnica quirúrgica.
- Mortalidad 1/20.000. Posible hemorragia masiva con shock hipovolémico.
- Difícil estimación de la cuantía de la hemorragia por:
 - Deglución de la hemorragia que dificulta su visualización.
 - El ayuno eleva artificialmente el Hematocrito.
- Valoración estado volemia del paciente mediante exploración física, cambios posturales.
- Valor del hemograma previo a la inducción anestésica.



Conclusiones

- El paciente pediátrico pequeño tiene riesgo elevado de hemorragia moderada-severa que asocia morbimortalidad.
- Hay que planificar y anticipar las necesidades de monitorización y tratamiento ante una hemorragia importante en el contexto quirúrgico. “10 sg para 10 min”.
- Hay que conocer las diferencias anatomofisiológicas pediátricas, las diferencias en dosificación de derivados sanguíneos y las diferencias en la administración de los mismos.
- El riesgo de morbilidad asociada a la transfusión es elevado, su tratamiento debe instaurarse precozmente.
- Las estrategias de ahorro de sangre perioperatoria son de utilidad en la cirugía hemorrágica del paciente pediátrico.



Bibliografía recomendada

- Hervías M, Teigell E. Terapia transfusional en cirugía pediátrica. Cap 36. Tratado de medicina trasfusional perioperatoria. Llau JV y cols. 2010. Elsevier.
- Goobie S. Bleeding management for pediatric craniotomies and craniofacial surgery. *Ped Anesth* 2014;24:678-689.
- Haas T. Improvements in patient blood management for pediatric craniosynostosis surgery using a ROTEM- assisted strategy feasibility and costs. *Ped Anesth* 2014;24:774:780.
- Faraoni D et al. The Efficacy of Antifibrinolytic Drugs in Children Undergoing Noncardiac Surgery: A systematic review of the literature. *Anesth Analg* 2014; 118:628-636.
- Lejus C. Aspects periopertoires de la transfusion sanguine en pediatrie. *Transfusion Clin Biolo* 2012; 19:139-41.
- Vossoughi S. Analysis of pediatric adverse reactions to transfusions. *Transfusion* 2017; 00: 1-9.
- Goel R. Pediatric patient blood management programs: not just transfusing littel adults. *Trans med rew* 2016; 30:235-241
- Istaphanous G. Red blood cell transfusion in critically ill children: a narrative review. *Ped Crit Care Med* 2011;12:174-183.
- Christensen R. Platelet transfusion in the neonatal intensive care unit: benefits, risks, alternatives. *Neonatology* 2011;100:311-318
- Ahmed Z. Blood transfusion in patients treated with surgery for necrotizing enterocolitis. *Ped Anesth* 2015;25:196-199.
- Guzzetta N. Current use of factor concentrtes in pediatric cardiac anesthesia. *Pediat Anesth* 2017; 27: 678-687.
- Matthew E. Perioperative Blood Management in Pediatric Spine Surgery. *J Am Acad Orth Surg* 2017; 25: 480-488



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 23 de Octubre de 2017



Muchas gracias

**Dra. Mónica hervías
herviass@hotmail.Com**