



# Manejo del sangrado Perioperatorio en niños

MARISOL ZULUAGA GIRALDO  
ANESTESIOLOGA HOSPITAL PABLO TOBÓN URIBE  
PROFESOR ANESTESIA PEDIATRICA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
MEDELLIN- COLOMBIA



# Introduccion

Hemorragia secundario a trauma o cirugia mayor :  
primera causa de muerte en niños

Causas de sangrado  
Sangrado quirúrgico  
Sangrado no quirúrgico o hemostático

Causas de sangrado no quirúrgico:

1. Trastorno de coagulación preexistente no diagnosticado
2. Coexistencia de trastornos de coagulación congénitos o adquiridos
3. Alteración de la hemostasia por el procedimiento quirúrgico
4. Perdidas sanguíneas masivas

Terapia transfusional en el 60-90 % de los niños de Cirugía mayor

Terapia transfusional  
asociada con aumento de morbi-mortalidad en lactantes y niños

# MANEJO DEL SANGRADO PERIOPERATORIO EN NIÑOS

1. IDENTIFICAR A LOS PACIENTES CON RIESGO DE sangrado

2. Comprender los diferentes cambios hemostáticos en los niños y en los diferentes procedimientos quirúrgicos

3. Preparación para el procedimiento quirúrgico

4. Disminuir transfusiones allogénicas  
PATIENT BLOOD MANAGEMENT

5. Reemplazar correctamente las pérdidas sanguíneas

6. Prevenir y tratar las complicaciones de la transfusión masiva

7. Utilizar hemostáticos peri operatorios

8. Considerar utilidad y limitaciones test de coagulación

# Diferencias de los niños con los adultos



Sistema cardiovascular  
Mayor consumo de O<sub>2</sub>  
Mayor gasto cardiaco

Presencia de HB fetal  
Menor entrega de oxigeno a los tejidos

Diferencias en el sistema hemostático



# ASPECTOS EN EL DESARROLLO DE LA HEMOSTASIA

Disminución fact. Vit K dependientes (II- VII- IX -X)

Disminución F. de contacto XI -XII -prekalikreina y kininogeno de alto peso molecular

TP – TPT : Ligeramente prolongados

## Inhibidores de la coagulación

AT III, Prot. C , Prot. S :

Disminución del 15 - 50% hasta los primeros 6 meses de vida

## Actividad fibrinolítica disminuida

Disminucion de :

Plasminogeno, Activador del Plasminogeno, alfa 2 antiplasmina

Aumento de:

Inhibidor del activador del plasminogeno( IAP)

## Fibrinógeno

Permanece en forma fetal hasta el primer año de vida

Actividad plaquetaria- Factor de VWB

# Identificar los pacientes con riesgo de sangrado

Fundamental detectar trastorno de coagulación en el niño

Buena Historia clínica y examen físico

## Exámenes de laboratorio:

Cirugías con alto riesgo de sangrado

Sospecha clínica de trastorno de coagulación

Historia familiar positiva de trastornos de coagulación

## Trastornos de la coagulación en niños

### Congenitos

Enfermedad de Von Willebrand

Hemofilia A – Hemofilia B

Desordenes de la función plaquetaria

defectos raros de otros factores de la coagulación

### ADQUIRIDOS

Enfermedad Hepática

Insuficiencia Renal crónica

Cardiopatías congénitas Cianozantes

Enf. de VWB adquirida: (Tumor de Wilms- Enf linfoproliferativa,

Enf autoinmune- Hipotiroidismo, Acido valproico)

Trauma



## Cirugías con alto riesgo de sangrado

Trasplante hepático  
Cirugía cardíaca  
Neurocirugía  
Trauma severo

Transfusión in critically ill children :an ongoing dilemma  
Acta Anesthesiol Scand 2013;57:684-691



# TRASPLANTE HEPATICO

## HEMOSTASIS EN ENFERMEDAD HEPATICA

DISMINUCION FACTORES II-V-VII-IX-X –XI-XII

DISMINUCION PROTEINA C- PROTEINA S- ANTITROMBINA III

AUMENTO FACTOR DE VWB- FACTOR VIII

DISMINUCION DEL FACTOR ADAMS 13

Disfibrinogenemia

## TROMBOCITOPENIA

DISMINUCION DE TROMBOPOYETINA

DESTRUCCION PLAQUETARIA – HIPERESPLENISMO

## FIBRINOLISIS

DISMINUCION DEL PLASMINOGENO- ALFA 2 ANTIPLASMINA

AUMENTO DEL tPA

Disminución TAFI



# TRASPLANTE HEPATICO

## Estado de coagulación durante trasplante

### Fase pre-anhepática:

coagulopatía preexistente- trauma quirúrgico-hemodilución

### Fase anhepática:

Disminución de producción de factores de coagulación, hiperfibrinólisis

### Fase de reperfusión:

Liberación de sustancias Heparin Like, secuestro plaquetario-hiperfibrinólisis

## Factores de riesgo para aumento del sangrado

Niños menores de 2 años

Enfermedad hepática grave

Falla hepática aguda

Antecedente de cirugía abdominal previa

Injerto hepático reducido

Re trasplante

Pediatric transplantation: managing B leeding

Journal of thrombosis and haemostasis 2015;13 (1):s362-s369

# Cirugía cardíaca

## Etiología de la coagulopatía

- ✓ Hemodilución: discrepancia volumen del paciente / circuito del BCP
- ✓ Activación del sistema de contacto
- ✓ Aumento de la generación de trombina
- ✓ Disfunción plaquetaria :  
hemodilución – hipotermia- adherencia y activación prematura
- ✓ Aumento de la actividad fibrinolítica
- ✓ Anticoagulación sistémica con heparina

## FACTORES DE RIESGO PARA AUMENTO DEL SANGRADO :

- ✓ CIRUGIA CARDIACA PREVIA
- ✓ EDAD MENOR DE 1 AÑO
- ✓ PESO MENOR DE 10 KG
- ✓ CARDIOPATIA CONGENITA CIANOZANTE
- ✓ TIEMPO QUIRURGICO PROLONGADO
- ✓ ESTADO NUTRICIONAL PREOPERATORIO





## CIRUGIA CRANEAL

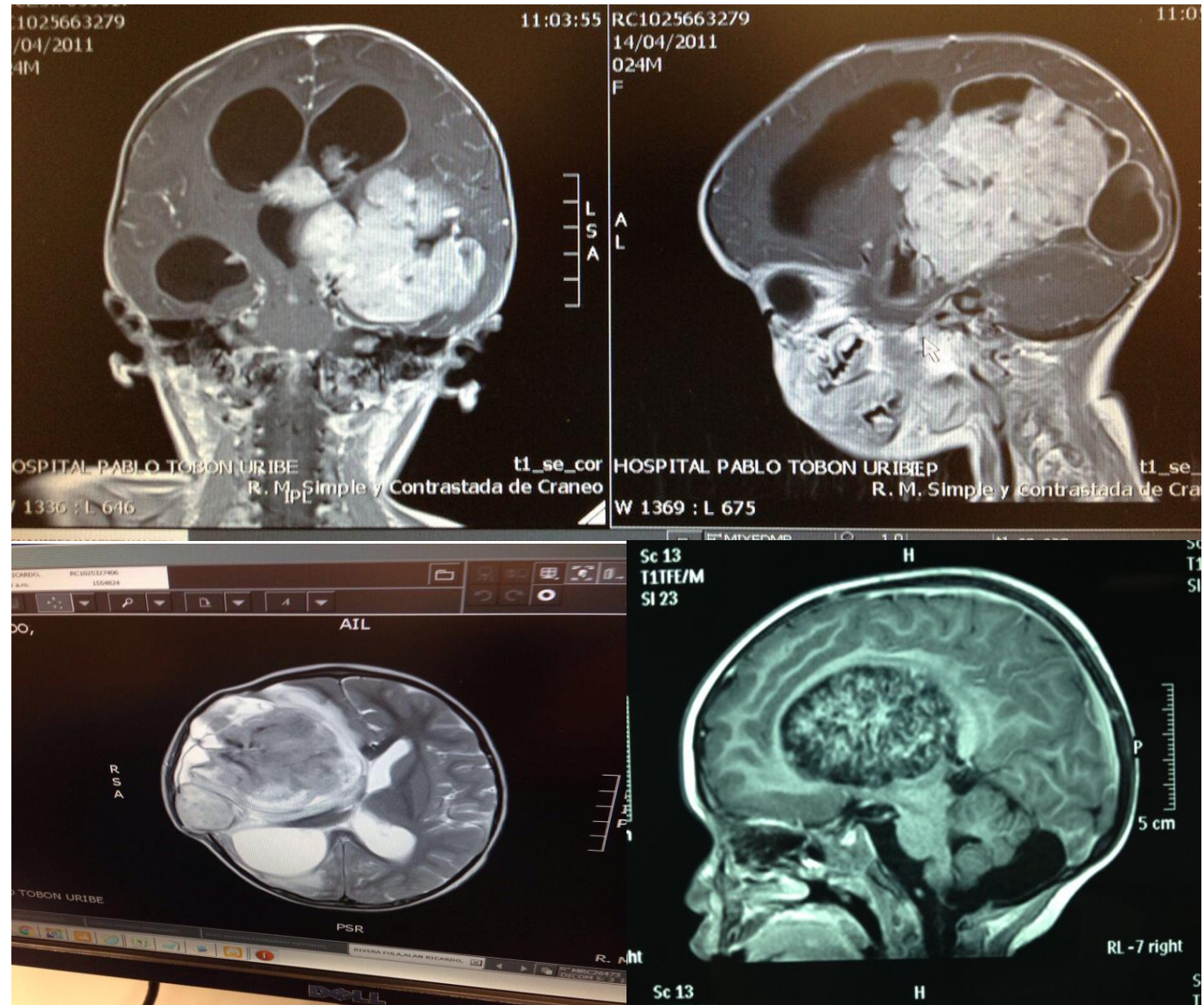
### craneotomías con alto riesgo de sangrado

- ✓ resección de tumores
- ✓ drenaje de hematomas subdurales y epidurales
- ✓ Resección de MAV – aneurismas cerebrales
- ✓ Lobectomías , hemisferectomias para cirugía de epilepsia



# CRANEOTOMIAS CON ALTO RIESGO DE SANGRADO

## Tumores







# CRANEOTOMIAS CON ALTO RIESGO DE SANGRADO Tumores

perdidas sanguíneas  
requerimientos transfusionales:

- ✓ características de la lesión
- ✓ tamaño, tipo histológico
- ✓ Localización
- ✓ proximidad con vasos sanguíneos de gran calibre
- ✓ Proximidad a senos venosos

ORIGINAL ARTICLE

## Risk factors for intraoperative allogeneic blood transfusion during craniotomy for brain tumor removal in children

Olivia Vassal<sup>1</sup>, François-Pierrick Desgranges<sup>1</sup>, Sylvain Tosetti<sup>1</sup>, Stéphanie Burgal<sup>1</sup>, Frédéric Dailler<sup>2</sup>, Etienne Javouhey<sup>3</sup>, Carmine Mottolese<sup>4</sup> & Dominique Chassard<sup>1</sup>

1 Department of Pediatric Anesthesia, Femme Mère Enfant Teaching Hospital, Hospices Civils de Lyon, Claude Bernard Lyon 1 University, Lyon, France

2 Department of Anesthesia and Intensive Care Medicine, Pierre Wertheimer Hospital, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

3 Department of Pediatric Intensive Care Unit, Femme Mère Enfant Teaching Hospital, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

4 Department of Pediatric Neurosurgery, Pierre Wertheimer Hospital, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

Edad menor de 4 años

Cirugía mayor de 270 minutos

HB preoperatoria menor de 12,2 gr/dl



# CIRUGIA CRANEOFACIAL

## Tipo de cirugía:

avance fronto-orbitario  
remodelación craneal

Cirugías realizadas en niños pequeños (3 a 12 meses de edad)

Menores pérdidas sanguíneas permisibles

Impacto de pérdidas sanguíneas es mucho mayor

Pérdidas sanguíneas mayor de 1 volemia

Mayor incidencia de complicaciones con la terapia transfusional

## Pacientes con alto riesgo de sangrado

Peso menor de 10 kg, edad menor de 18 meses, pansinostosis

Síndromes craneofaciales, tiempo quirúrgico mayor de 5 horas, re intervenciones , aumento de la PIC



The image is a collage of four surgical photographs. The top-left photo shows a surgeon's hands using forceps on a large, bloody surgical site. The top-right photo shows a surgeon's hands using a scalpel on a patient's head. The bottom-left photo shows a large, bloody surgical site with a white drape. The bottom-right photo shows a surgeon's hands holding a large, bloody surgical specimen. A central blue text box contains the title and a list of etiologies.

## Etiología de la coagulopatía

- ✓ Pérdidas sanguíneas masivas
- ✓ pérdida de factores de la coagulación
- ✓ Hemodilución- Hipotermia- Acidosis
- ✓ Hiperfibrinólisis

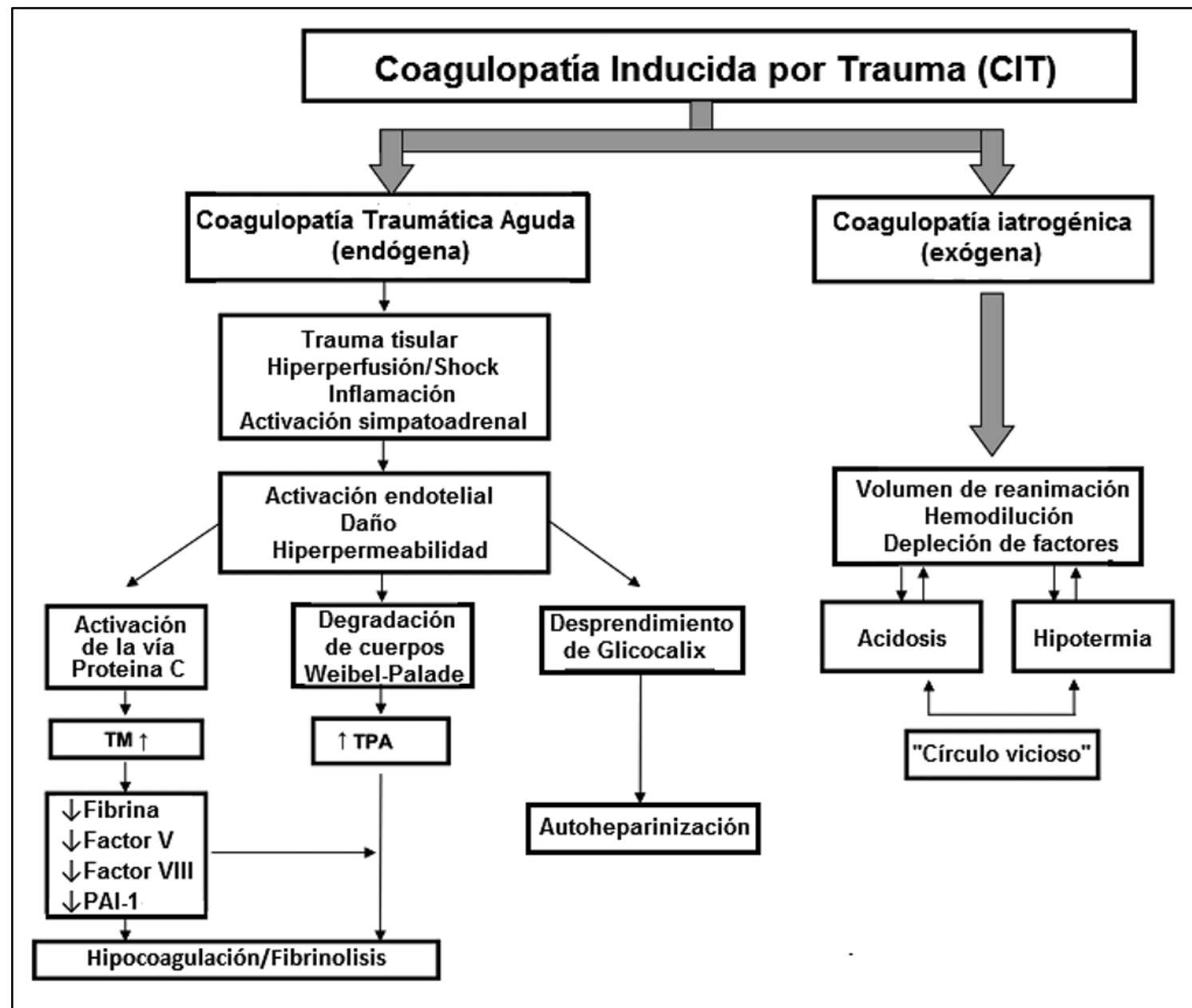


# Trauma

Trauma Primera causa de muerte en niños  
950.000 niños mueren anualmente países altos ingresos  
Causas de muerte :TEC- Hemorragia  
Hemorragia es el 20 40% de la mortalidad temprana

Coagulopatía es causa prevenible de muerte  
Coagulopatía inducida por trauma (CIT):  
producida por el trauma tisular y el shock  
10- 77% con trauma severo ingresan a urgencias con coagulopatía  
Alto riesgo de CIT: TEC -ISS- Hipotensión- Hipotermia





# Perdidas sanguíneas masivas



## Definiciones

- ✓ Pérdida mayor de 1 volemia en 24 horas
- ✓ Pérdida mayor de 40 ml /kg en 3 horas
- ✓ Pérdida del 50% del volumen intravascular en menos de 3 horas
- ✓ Pérdida mayor de 1,5 /ml/kg/min en un lapso de 20 minutos
- ✓ Pérdida del 10% del volumen intravascular en menos de 1 minuto
- ✓ Transfusión del 10% del Volumen sanguíneo cada 10 minutos
  
- ✓ Transfusión masiva :  
mas de 40 ml/kg de productos sanguíneos en 24 horas



## HEMODILUCION

Dilución de los factores de la coagulación y plaquetas  
Edema intersticial alteración en la micro circulación  
Alteración de la oxigenación  
Imbalance de osmolaridad intracelular y extracelularEdema celular activación de la cascada inflamatoria  
Activación de fosfolipasa A2, factor de necrosis tumoral alfa, I 6

## ACIDOSIS

Las plaquetas cambian su estructura y su forma.  
Pérdida de sus pseudópodos a un PH menor de 7.4  
Disminución de la unión del factor VII al factor tisular  
Disminución de la actividad de los factores de coagulación  
Disminución en la generación de la trombina  
Aumento en la degradación de la fibrina

## HIPOTERMIA

### Disfunción plaquetaria:

Cambios en morfología durante activación  
Disminución en la adhesión plaquetaria  
Disminución en la generación de trombina

### Alteración de los factores de coagulación

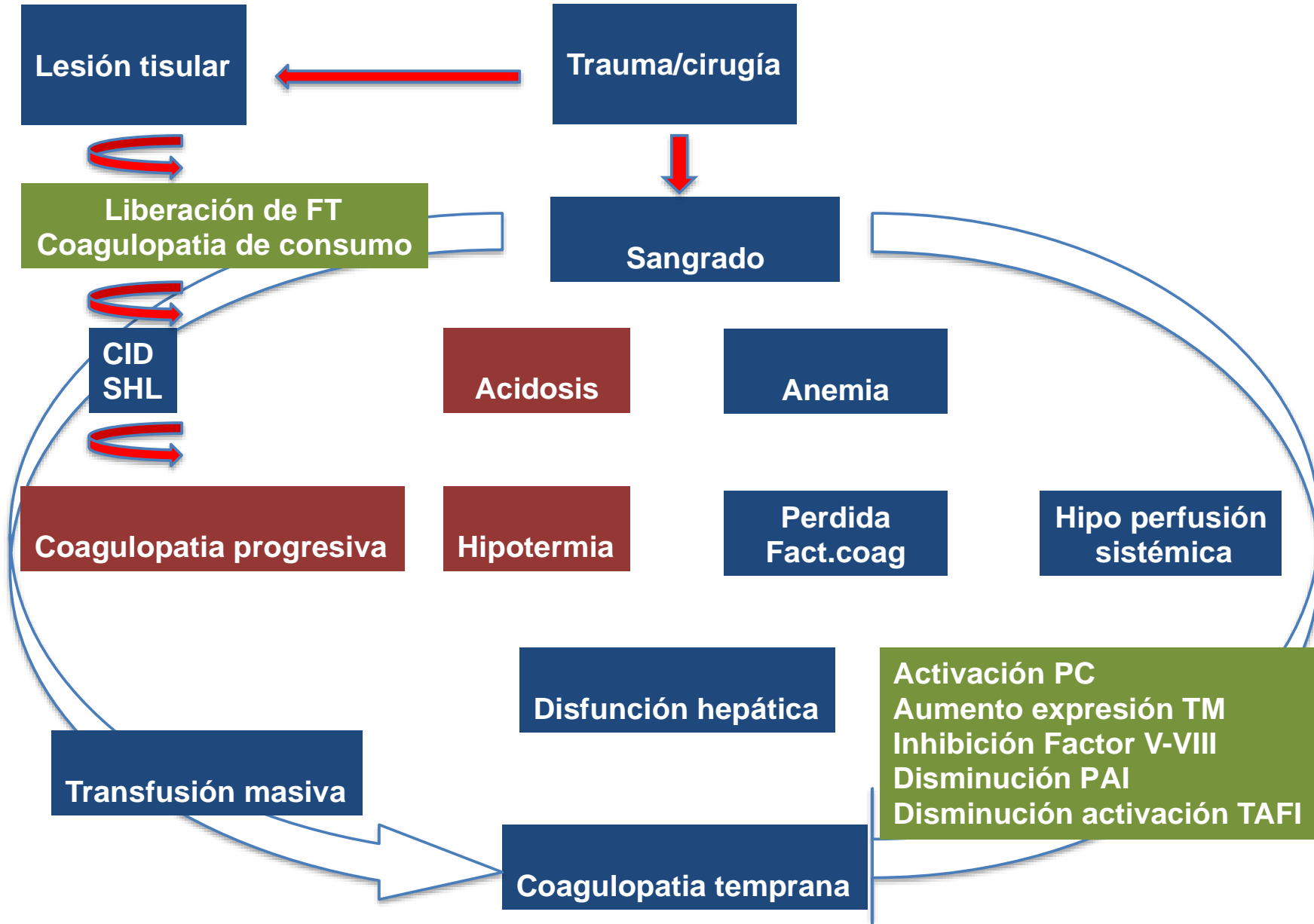
Disminución en la síntesis de factores de coagulación  
Disminución de la actividad de los factores de coagulación

### Activación de la fibrinólisis

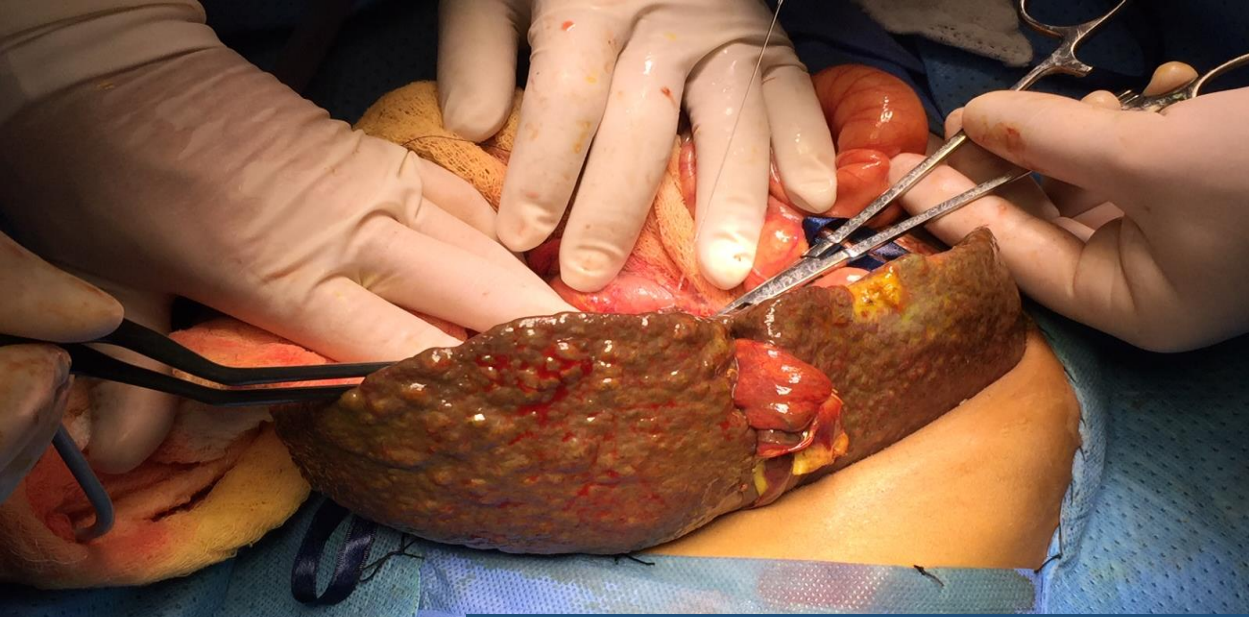
## ANEMIA

### GLOBULOS ROJOS :

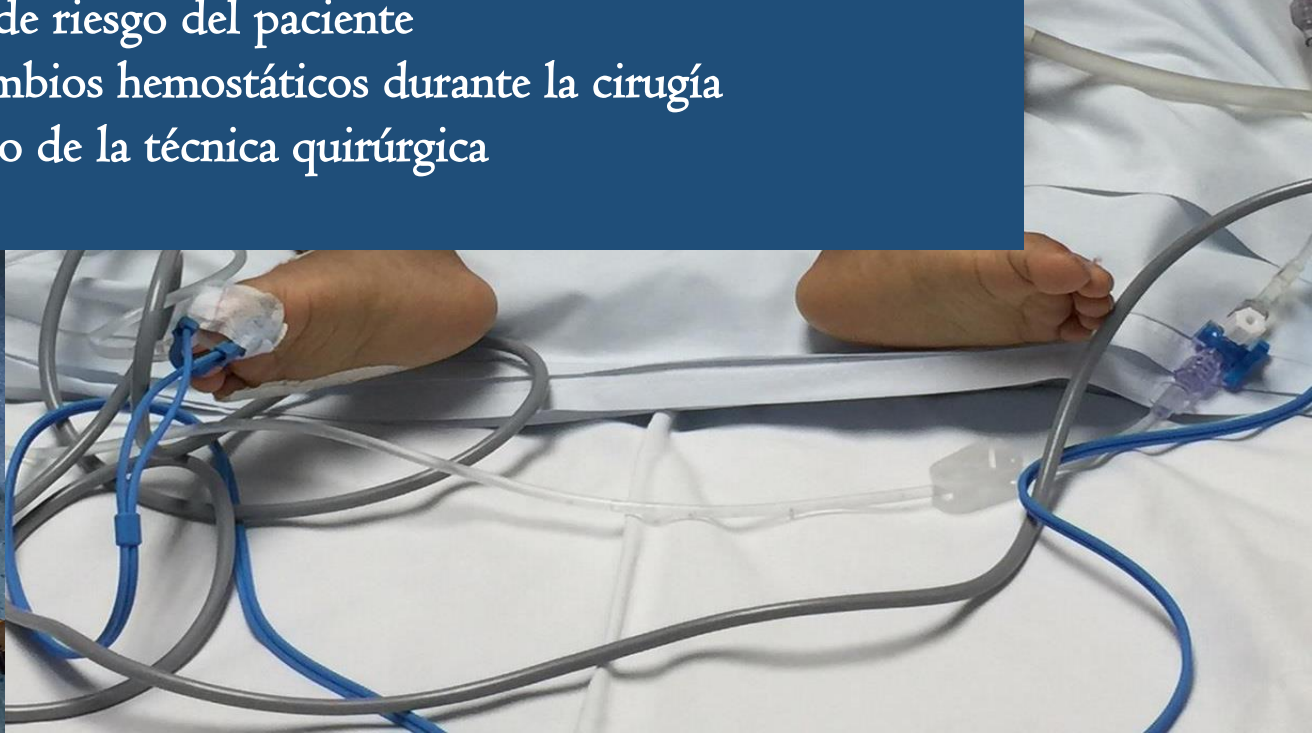
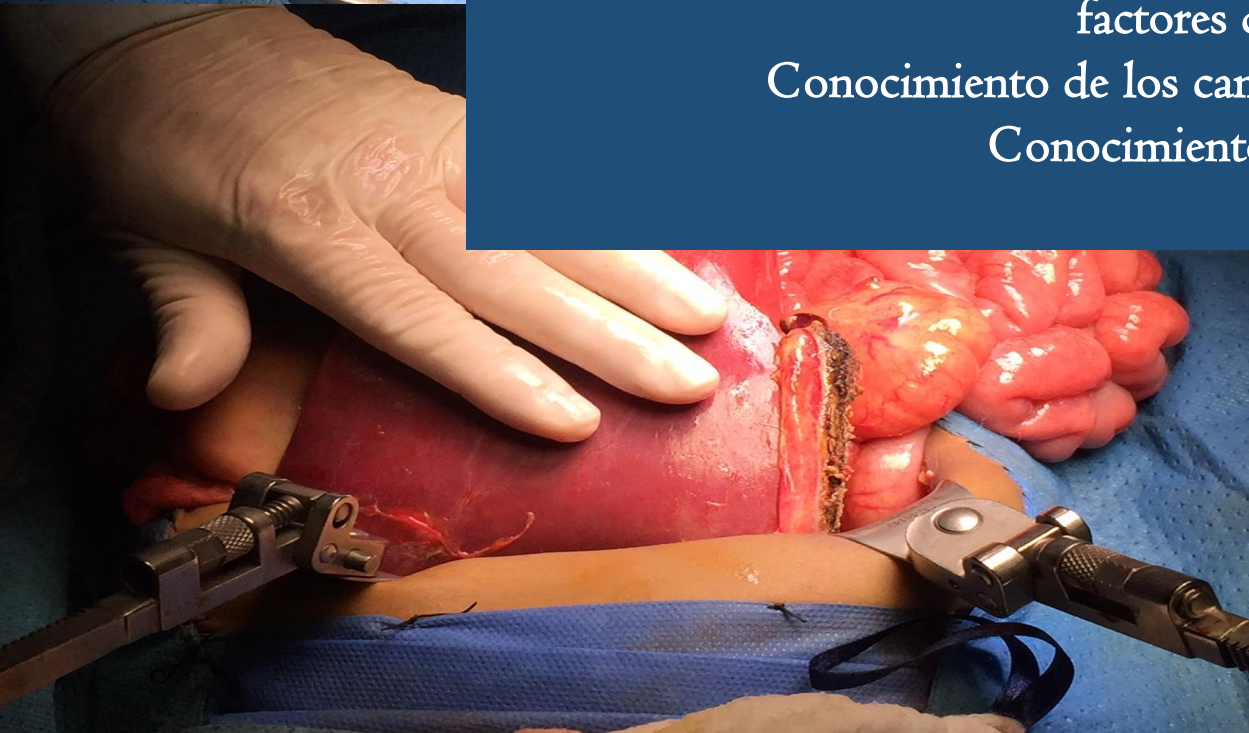
Inducen marginalización de las plaquetas  
Modulan respuestas bioquímicas y funcionales en las plaquetas  
Aumentan la generación de trombina : a través de la exposición fosfolípidos procoagulantes en la membrana  
Estimulan la liberación de los gránulos alfa de las plaquetas







factores de riesgo del paciente  
Conocimiento de los cambios hemostáticos durante la cirugía  
Conocimiento de la técnica quirúrgica





# PREPARACIÓN PARA LA CIRUGÍA

- ✓ Evaluar condiciones clínicas del paciente y antecedentes
- ✓ Evaluar exámenes de laboratorio
- ✓ Comunicación banco de sangre
  - Solicitud GR de acuerdo a necesidades especiales
  - Leuco reducidos, irradiados , lavados
- ✓ Reserva de Globulos rojos menos de 1 semana de recolección
  - Cuando hay riesgo de transfusión masiva
- ✓ **SIEMPRE** calcular volumen circulante y perdidas permisibles

- ✓ Monitoreo hemodinamico
  - según las perdidas sanguíneas esperadas
- ✓ Accesos vasculares de máximo calibre
- ✓ Vigilancia continua de las perdidas sanguíneas
- ✓ Monitoreo Acido Básico- coagulación
- ✓ Monitoreo y Prevención de hipotermia



# PREPARACIÓN PARA LA CIRUGÍA





# PREPARACIÓN PARA LA CIRUGÍA





# Monitoreo de acuerdo a las pérdidas sanguíneas

**Pérdidas sanguíneas menores del 30% de la volemia:**  
Monitoreo ASA básico – 1 acceso venoso periférico

**Pérdidas sanguíneas 30-50% de la volemia:**  
Monitoreo ASA básico- catéter urinario-2 accesos venosos periféricos

**Pérdidas sanguíneas del 50-100% de la volemia:**  
Monitoreo ASA básico, catéter urinario-acceso venoso central  
línea arterial- 2 accesos venoso periféricos

**Pérdidas sanguíneas mayores del 100% de la volemia:**  
Monitoreo ASA básico, catéter urinario-acceso venoso central  
línea arterial- 2 accesos venoso periféricos-equipo de infusión rápida

**En sangrado masivo**  
indicado realizar monitoreo ácido básico- metabólico y coagulación

Control de temperatura y prevención de hipotermia en todos los casos

**Sistema de calentamiento de líquidos**  
Velocidad de infusión Mayor de 100 ml/min : Level I- FMS 2000

## metas

- ✓ Mantener estabilidad hemodinámica
- ✓ Mantener presión de perfusión tisular
- ✓ Mantener gasto urinario mayor de 1 ml/kg/hora
- ✓ Mantener PH entre 7,35-7,45
- ✓ Evitar Hipoxemia – Hipocapnia – Hipercapnia
- ✓ Mantener calcio ionizado por encima de 1 mmol/lt
- ✓ Mantener Homotermia
- ✓ Evitar hipo o hiper glicemia
- ✓ Mantener Normo natremia
- ✓ Mantener normo kalemia



# Hacer un reemplazo correcto de las pérdidas sanguíneas

La transfusión sanguínea debe estar indicada cuando los beneficios superen los riesgos

## Objetivos de manejo del niño sangrando

- ✓ Identificar y controlar la fuente de sangrado
- ✓ Minimizar las pérdidas sanguíneas
- ✓ Restaurar la perfusión tisular
- ✓ Lograr estabilidad hemodinámica
- ✓ Prevenir y tratar la coagulopatía

## Cristaloides de elección

- ✓ Plasmalyte - Lactato de ringer
- ✓ Evitar la hemodilución

# TERAPIA TRANSFUSIONAL

## GLOBULOS ROJOS

En sangrado masivo: mantener Hb mayor de 8 gr/dl

En niño estable hemodinamicamente 7 gr/dl

Recordar .....

Cada 5 ml/kg de GR aumenta 1 gr la Hb

## Plaquetas

Transfundir si valor menor de 50.000 mm<sup>3</sup> plaquetas

Neurocirugía si menores de 100.000

Disminución de MA en TEG

Aféresis de plaquetas : 5-10 ml/kg

Aumento de 50.000 a 100.000 mm<sup>3</sup> plaquetas

## Plasma Fresco Congelado

TP mayor de 1,5 O INR mayor de 2 y **sangrado** micro vascular

Prolongación de tiempo R en la TEG

## crio precipitado o conc. fibrinógeno

Nivel de fibrinógeno menor de 150mg/dl o FIBTEM Menor de 8 mm

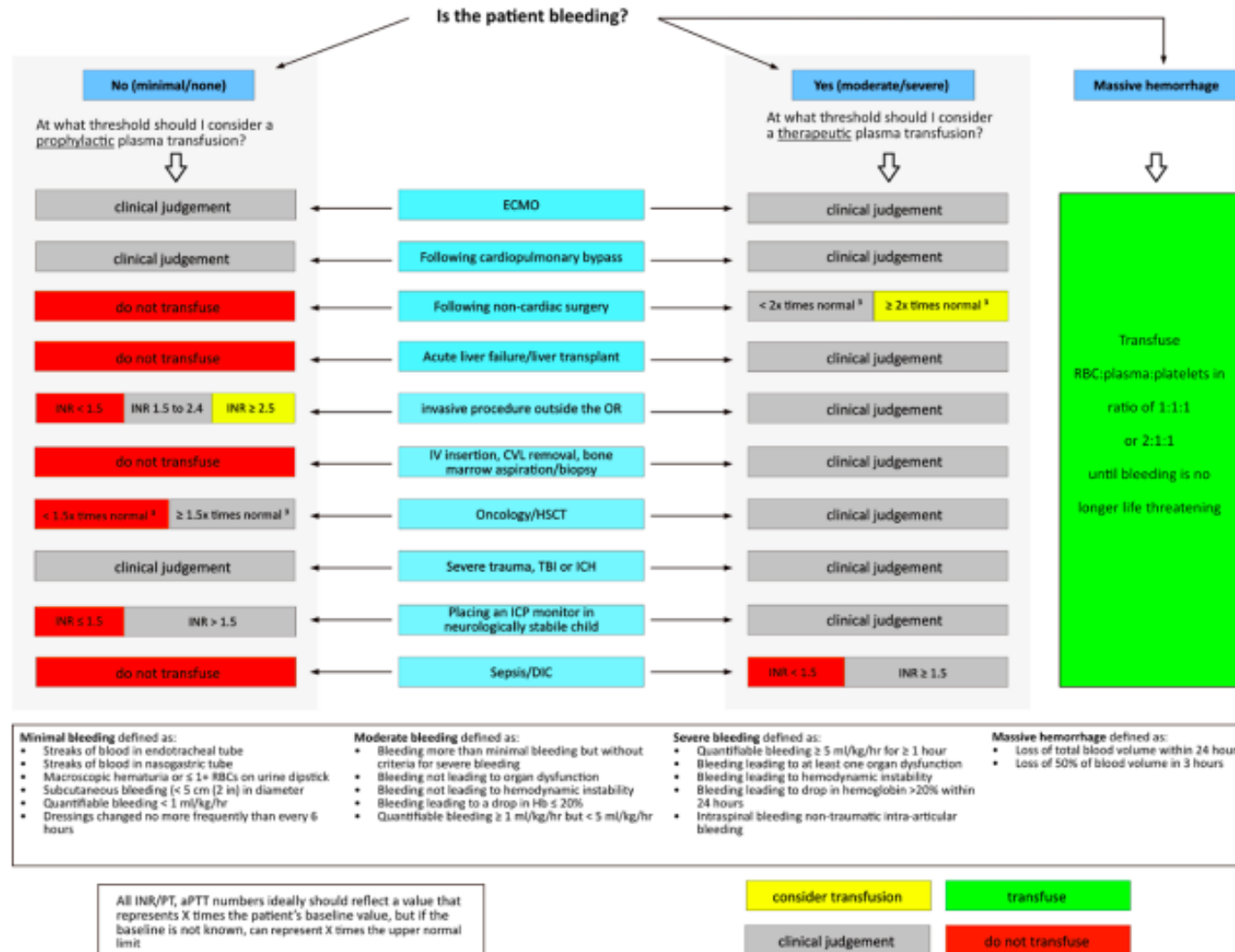


# Transfusion Strategies for Hemostatic Blood Products in Critically Ill Children: A Narrative Review and Update on Expert Consensus Guidelines

Stacey L. Valentine, MD, MPH,\* Jill M. Cholette, MD,† and Susan M. Goobie, MD, FRCPC‡

Critically ill children commonly receive coagulant products (plasma and/or platelet transfusions) to prevent or treat hemorrhage or correct coagulopathy. Unique aspects of pediatric developmental physiology, and the complex pathophysiology of critical illness must be considered and balanced against known transfusion risks. Transfusion practices vary greatly within and across institutions, and high-quality evidence is needed to support transfusion decision-making. We present recent recommendations and expert consensus statements to direct clinicians in the decision to transfuse or not to transfuse hemostatic blood products, including plasma, platelets, cryoprecipitate, and recombinant products to critically ill children. (Anesth Analg 2022;135:545–57)

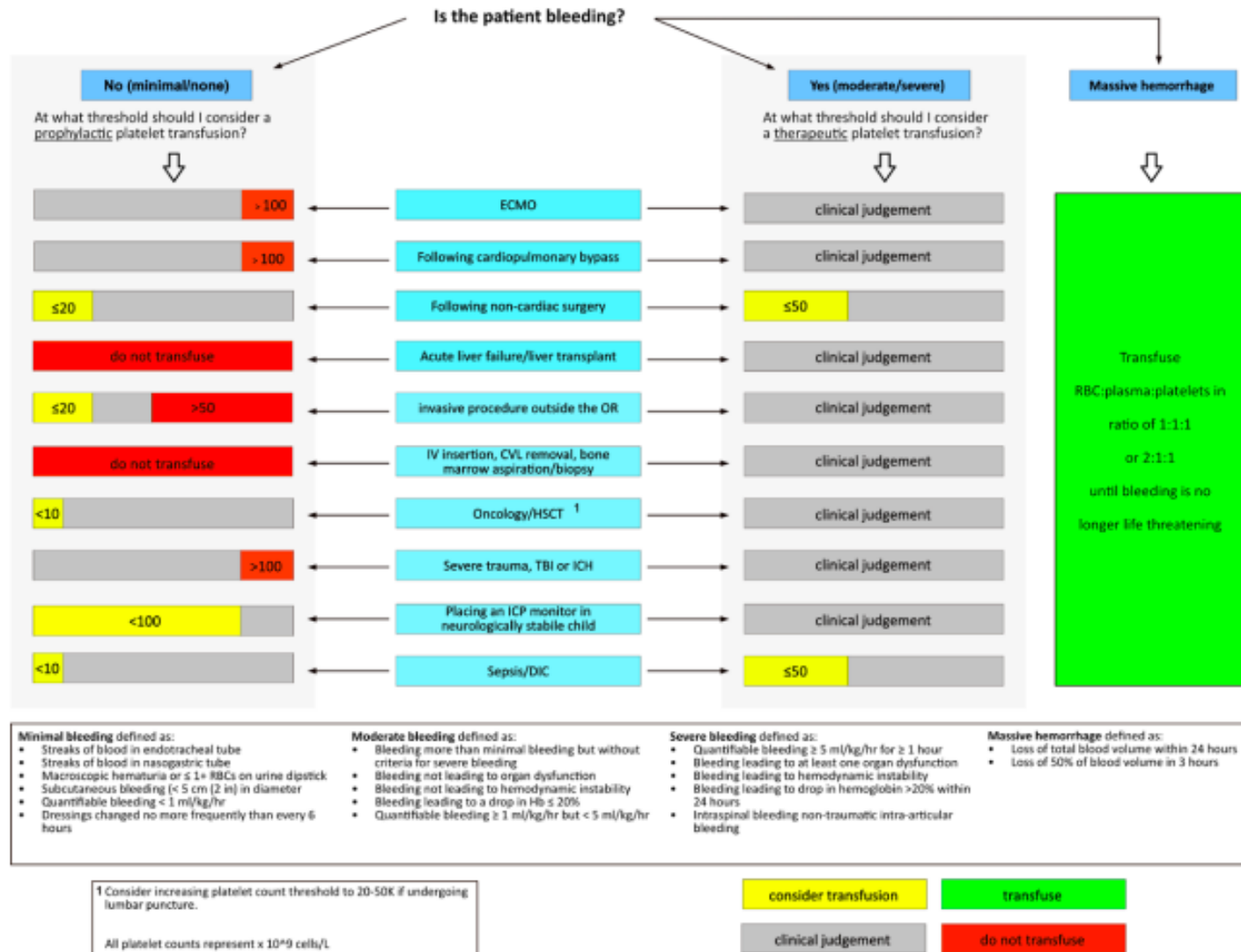
# TRANSFUSION DE PLASMA FRESCO CONGELADO



Pediatric Critical Care Transfusion and Anemia Expertise Initiative–Control/ Avoidance of Bleeding (TAXI-CAB), in collaboration with the Pediatric Critical Care Blood Research Network (BloodNet). 2022



# TRANSFUSION DE Plaquetas



Pediatric Critical Care Transfusion and Anemia EXpertise Initiative–Control/ Avoidance of Bleeding (TAXI-CAB), in collaboration with the Pediatric Critical Care Blood Research Network (BloodNet). 2022

# Massive Transfusion in Pediatric Patients



Lucas P. Neff, MD<sup>a,\*</sup>, Michael Aaron Beckwith, MD<sup>b</sup>, Robert T. Russell, MD, MPH<sup>c</sup>,  
Jeremy W. Cannon, MD, MA<sup>d</sup>, Philip C. Spinella, MD<sup>e</sup>

Sangrado masivo : Trauma – Cirugia – Sangrado gastrointestinal  
Protocolo transfusión masiva mas frecuentemente activado por trauma  
MATIC mortalidad de 37 -50 % a los 28 días  
Mayor incidencia de SDR – Falla Renal Aguda  
Trauma Induced Blood Failure (endotelio Patía- coagulopatía-disfunción inmune)



# RESUCITACION DE CONTROL DE DAÑO

- ✓ Resucitación hemostática o balanceada
- ✓ Uso restrictivo de cristaloides
- ✓ Resucitación controlada (no hipotensión permisiva)
- ✓ Protocolos de transfusión masiva
- ✓ Cirugía de control de daño

Evitar Hemodilucion, acidosis , hipotermia

## Activar Protocolos de transfusión masiva en trauma :

- ✓ Mecanismo de lesión: TEC- trauma de pelvis- huesos largos
- ✓ Hipotermia menor de 35 grados centígrados
- ✓ Hipotensión
- ✓ acidosis (déficit de bases mayor de -6.0)
- ✓ Hb menor de 7 gr/dl
- ✓ Coagulopatía INR mayor de 1,5

Resucitación hemostática

025663279

11:0

04/2011

M

## Crterios

### activación protocolo de transfusión masiva en sangrado de origen no traumático

Sangrado masivo que pone en riesgo la vida

○ 3 de los 4 siguientes criterios:

- ✓ Taquicardia mayor del percentil 95 para la edad o hipotensión menor del percentil 5 para la edad
- ✓ Déficit de bases mayor de -6.0 o lactato mayor de 4,0
- ✓ INR mayor de 1,5
- ✓ HB menor de 9.0

HOSPITAL PABLO TOBON URIBE

t1\_se

R. M. Simple y Contrastada de Cra

369 : L 675

4000

1000

ml



# 6

## TRANSFUSIÓN EN HEMORRAGIA MASIVA Trauma / Hemorragia masiva intraoperatoria

- 1 Activar protocolo de transfusión masiva
- 2 Utilizar sangre O negativo sin prueba de compatibilidad hasta que se obtenga sangre compatible en el caso que el paciente no se encuentre hemoclasificado
- 3 Resucitación controlada hasta que el control de la hemorragia se haya establecido (No se recomienda resuscitación hipotensiva, debe mantenerse presión arterial sistólica (PAS) mayor del Percentil 5 para la edad)
- 4 Uso restrictivo de cristaloides, no usar coloides (no usar Lactato de Ringer en Trauma Encefalocraneano- TEC)
- 5 Prevención y tratamiento de hipotermia, acidosis, hipocalcemia, hiperkalemia
- 6 Solicitar glóbulos rojos Frescos (menos de 1 semana de recolección)
- 7 Transfusión de productos sanguíneos:
  - ▶ Niños 20:20:10 ml/kg GR:PFC:PLAQ
  - ▶ Niños Mayores Relación 1:1:1 GR:PFC:PLAQ
- 8 Monitoreo de laboratorio (HB -HTO -plaquetas -fibrinogeno-Pruebas de coagulación gases arteriales, ácido láctico, déficit de bases). Tomar Tromboelastografía en caso de coagulopatía severa
- 9 Mantener hemoglobina entre 7-9 gr/dl- plaquetas mayores de 50.000 mm<sup>3</sup> , mayores de 100.000 en TEC o sangrado activo. Fibrinogeno mayor de 150mg/dl
- 10 Mantener calcio ionizado por encima de 1,0 mmol/l, pruebas de coagulación normales

TRANSFUSIÓN MASIVA EN  
TRAUMA PEDIÁTRICO

# complicaciones de la transfusión masiva

## Reacciones transfusionales

RHA-RHT-RFNH-reacciones alérgicas

## Complicaciones inmunológicas

TRALI-TRIM-TAM- Enfermedad injerto contra huésped

Purpura post transfusión

## Complicaciones metabólicas

Hipocalcemia, hiperkalemia , hipomagnesemia ,alcalosis metabólica

Hipotermia , acidosis, alteraciones de la hemostasia de la glucosa

## Complicaciones infecciosas

## Otras complicaciones

TACO: sobrecarga de volumen asociado a transfusión

TANEC: enterocolitis necrotizante asociado a transfusión sanguínea

Embolismo aéreo

BJA education 2016;16:269-275

Clin Lab Med 2021;41: 35-49



# Complicaciones de la transfusión masiva

## Hipocalcemia

Producto sanguíneo

Velocidad de transfusión

Flujo sanguíneo y función hepática

Neonatos mas vulnerables

### Manejo:

Gluconato de calcio: 30-100 mg/kg

Cloruro de calcio: 20 mg/kg



# Transfusion-Associated Hyperkalemic Cardiac Arrest in Neonatal, Infant, and Pediatric Patients

Morgan Burke<sup>1</sup>, Pranava Sinha<sup>2,3,4</sup>, Naomi L. C. Luban<sup>2,5,6</sup> and Nikki Gillum Posnack<sup>2,4,7,8\*</sup>

Lesiones por almacenamiento :

Disminución de ATP – Glucosa –Inestabilidad de membrana –Hemolisis

Aumento 1-2 meq /lit/ dia

Hiperkalemia:

Mayor concentración de K: gr viejos. GR irradiados , sangre total

Recomendaciones para disminuir incidencia:

Administrar GR menos de 1 semana de recolección

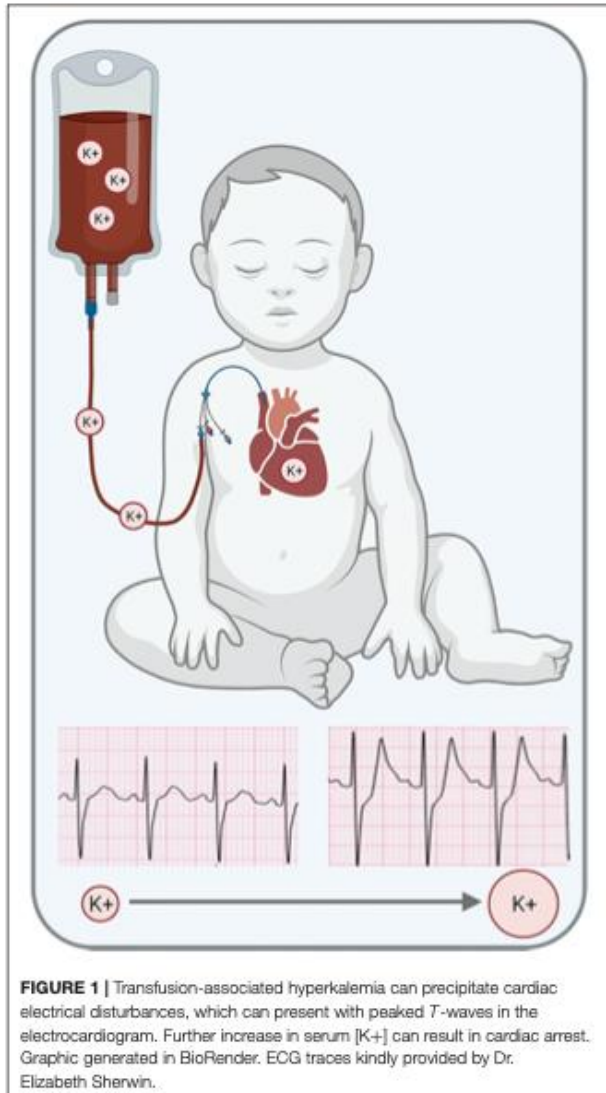
Evitar transfusión por catéter venoso central

Velocidad de infusión máxima 1 ml/kg/min

Manejo:

Bicarbonato de sodio 1 meq/kg IV

Gluconato 60mg/kg o cloruro de calcio 20 mg/kg IV



**FIGURE 1 |** Transfusion-associated hyperkalemia can precipitate cardiac electrical disturbances, which can present with peaked T-waves in the electrocardiogram. Further increase in serum [K<sup>+</sup>] can result in cardiac arrest. Graphic generated in BioRender. ECG traces kindly provided by Dr. Elizabeth Sherwin.



## Complicaciones de la transfusión masiva

### Hipomagnesemia

Citrato quela el calcio y el magnesio

### Manejo

Sulfato de magnesio : 25-50 mg/kg IV

### Hipotermia

Factores que contribuyen a hipotermia:

LEV fríos, superficie expuesta, alteración de la termorregulación

Relacion superficie corporal/peso

### Consecuencias

Aumento riesgo de apnea, hipoglicemia

Depresión miocárdica- acidosis metabólica

Disminución de síntesis de factores de coagulación

Disminución de actividad plaquetaria

Aumento de consumo metabólico de oxígeno

Disminución del metabolismo hepático

Aumento de la morbimortalidad

# Massive transfusion in the pediatric population: A systematic review and summary of best-evidence practice strategies

Reed W. Kamyszek, BS, Harold J. Leraas, MD, Christopher Reed, MD, Candice M. Ray, MD, Uttara P. Nag, MD, Jessica L. Poisson, MD, and Elisabeth T. Tracy, MD, Durham, North Carolina

**TABLE 3.** Complications Associated With MT in Pediatric Patients

Complication	Key Aggregate Recommendations	Article
Coagulopathy	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avoid overuse of crystalloids</li> <li>2. Baseline PLT &lt;150 may require PLT transfusion after 1 TBV loss</li> <li>3. Consider prophylactic PLT transfusion with PLT &lt;100</li> <li>4. 0.3 U of PLT/kg is adequate initial therapy for abnormal bleeding with PLT count &gt;50</li> <li>5. 1 U cryoprecipitate/4 kg increases fibrinogen level by 25–50 mg/dL</li> <li>6. For DIC, administer 2–4 U FFP for every 10 U of RBC</li> </ol>	<p>Livingston 2014 Hendrickson 2012 Dressler 2010 Downes 2001 Cote 1985 Schroeder 1969</p>
Hyperkalemia (with cardiac arrest)*	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use larger bore (&gt;23 gauge) peripheral IV catheters preferentially over central venous lines for MT</li> <li>2. Avoid using rapid infusers if possible</li> <li>3. Use stored RBCs &lt;1 week old, particularly in infants</li> <li>4. Wash RBCs if stored &gt;1 week</li> <li>5. Reduce the plasma volume of RBC units</li> <li>6. Transfuse RBCs within 96 h of irradiation</li> </ol>	<p>Lee 2014* Agrawal 2013* Downes 2001 Buntain 1999* Brown 1990 Schroeder 1969</p>
Hypothermia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use fluid warmer to warm RBC to body temperature (37°C)</li> <li>2. Use Bair hugger, heating lamps, and warmers for inhaled gases</li> </ol>	<p>Dressler 2010 Downes 2001 Schroeder 1969</p>
Acidosis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. If pH &lt; 7.2: administer bicarbonate or tris-hydroxymethyl aminomethane (THAM)</li> <li>2. Acid load buffer: sodium bicarbonate 1.0 mequiv/kg/(25% EBV loss)</li> </ol>	<p>Dressler 2010 Schroeder 1969</p>
Hypocalcemia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Administer calcium chloride 20 mg/kg for each abnormal laboratory value recorded</li> <li>2. Administer 1 mL calcium gluconate 10% IV for the first 100 mL of blood loss, and 0.75 mL for subsequent 100 mL losses</li> <li>3. Prophylaxis with calcium chloride 1.5 mg/kg/min IV with cardiac monitoring (if unresponsive, consider magnesium chloride)</li> </ol>	<p>Dressler 2010 Downes 2001 Schroeder 1969</p>
Rh- incompatibility	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Red cell exchange with Rh- units within days of transfusion (target: Rh+ circulating cells to 10%) then give anti-D immunoglobulin (10–15 µg/mL red cells)</li> <li>2. If smaller amount of Rh+ cells transfused, administer anti-D immunoglobulin (10–15 mg/mL red cells)</li> </ol>	<p>Downes 2001</p>

MT, massive transfusion; TBV, total blood volume; PLT, platelets; RBC, red blood cells.



## concentrado de factores específicos

### Ventajas

Los déficit de coagulación son corregidos con pequeños volúmenes

Evita riesgo de hipervolemia

No requieren realización de pruebas cruzadas

Disponibilidad inmediata

Mínimo riesgo de complicaciones infecciosas y no infecciosas

### Factor rVIIa

Uso limitado al sangrado quirúrgico o traumático incontrolable

donde no hay otras opciones de manejo

### Fibrinógeno

Derivado del plasma humano de los adultos

Afibrinogenemia congénita : dosis 70 mg /kg

Hipofibrinogenemia congénita o adquirida

secundaria a sangrado masivo: dosis 30-50 mg/kg

# concentrado de factores específicos

## Concentrado de Complejo Protrombinico (CCP)

Contiene factores II-VII-IX-X Prot S-Prot C-trazas de heparina

### Indicaciones

deficiencia congénita o adquirida de fact Vit K dependientes

Reversión de warfarina

## Factor XIII

Estabiliza coagulo de fibrina

Indicaciones : deficiencia congénita o adquirida de Factor XIII





## Tranexamic acid and perioperative bleeding in children: what do we still need to know?

---

*Susan M. Goobie<sup>a</sup> and David Faraoni<sup>b</sup>*

---

Comprehensive multimodal PBM is recommended by several leading organizations (e.g., World Health Organization, American Society of Anesthesiologists, European Society of Anaesthesiology, Australian National Blood Authority among others) [15–18]. Prophylactic administration of TXA is considered an essential component of an effective perioperative PBM strategy and expert consensus guidelines recommend TXA to be considered for all pediatric patients undergoing high blood loss surgery [17,18,19<sup>□</sup>].



# Tranexamic acid and perioperative bleeding in children: what do we still need to know?

Susan M. Goobie<sup>a</sup> and David Faraoni<sup>b</sup>

## Indications

Prophylactic/treatment of trauma or surgery with 'major' bleeding/hemorrhage expected

Prophylactic/treatment with 'mild/moderate' bleeding

- Strong desire to avoid transfusion or blood not an option
- Preexisting anemia or coagulopathy
- Preexisting hypofibrinogenemia
- Role for controlling bleeding in patients treated with inhibitors of platelet function and new oral anticoagulants
- Difficult to cross-match because of antibodies

## Contraindications

### Absolute

- Hypersensitivity
- Active thromboembolic disease
- Fibrinolytic conditions with consumption coagulopathy

### Relative

The risk/benefit ratio needs to be considered

- Renal impairment/dysfunction (dose adjustment required because of the risk of accumulation)
- Acquired or inherited disorder of thrombosis
- Preexisting coagulopathy or oral anticoagulants

## Adverse events

Rare:  $\geq 1/10\,000$  to  $< 1/1000$

- Allergic skin reactions
- Hypotension (with fast intravenous injection)
- Digestive effects such as nausea, vomiting, and diarrhea
- Color vision disturbances

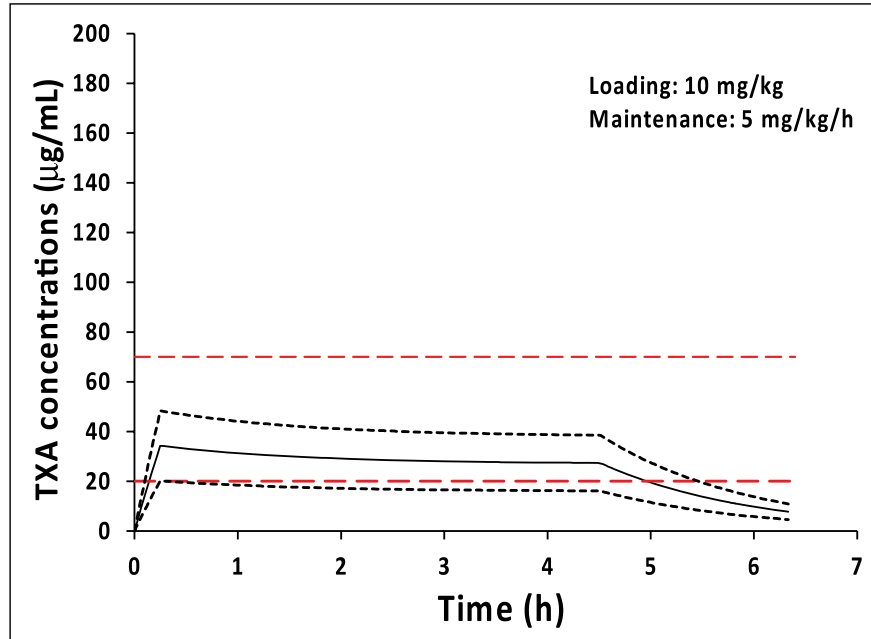
Very rare:  $< 1/10\,000$

- Thromboembolic events (but is a *clot stabilizer* not *clot promoter*)
- Convulsions (with high doses)
- Hypersensitivity reactions including anaphylaxis

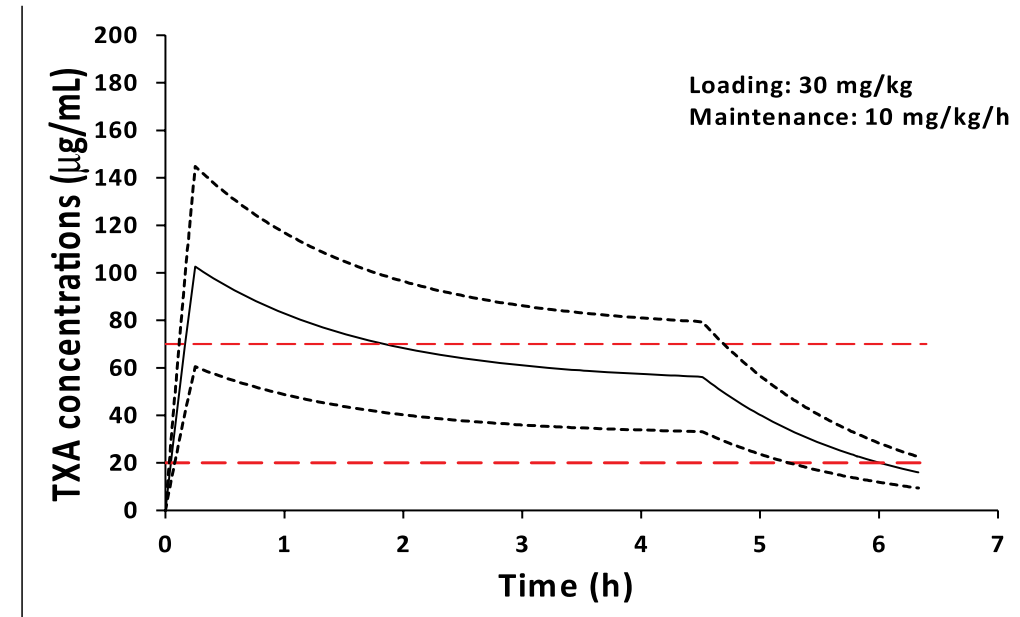


**Table 3.** TXA dosing regimes for various desired therapeutic plasma levels.

Targeted therapeutic TXA plasmatic concentration	Low 20 $\mu\text{g/ml}$	Intermediate 70 $\mu\text{g/ml}$	High 150 $\mu\text{g/ml}$
Loading dose (mg/kg)	10	30	50
Maintenance infusion rate (mg/kg/h)	5	10	15



**FIGURE 2.** TXA plasma concentration time curve simulations for TXA 10mg/kg loading dose and 5-mg/h/kg maintenance infusion rate. A 95% confidence interval shown around the mean; the dashed lines indicate the 95% confidence interval around the means which is represented by the solid line (for an interpatient variability of 25% coefficient of variation). TXA plasma concentration therapeutic target for 20 and 70  $\mu\text{g/ml}$  shown in dotted lines.



**FIGURE 1.** TXA plasma concentration time curve simulations for TXA 30mg/kg loading dose and 10mg/kg/h maintenance infusion rate. A 95% confidence interval is shown around the mean; the dashed lines indicate the 95% confidence interval around the mean which is represented by the solid line (for an interpatient variability of 25% coefficient of variation). TXA plasma concentration therapeutic target for 20 and 70  $\mu\text{g/ml}$  shown in dotted lines.

# MONITOREO DE LA COAGULACION

## Pruebas de coagulación convencionales

- ✓ No fueron diseñadas para monitoreo perioperatorio de la coagulación
- ✓ Monitorizan la fase de iniciación de la coagulación  
representa el 4 % de la generación de la trombina
- ✓ TP-TPT medidas cuantitativas  
no tienen en cuenta la cascada de coagulación ni elementos formes
- ✓ Se realiza con plasma pobre en plaquetas
- ✓ Se realiza a temperatura de 37 grados C
- ✓ No miden función plaquetaria, actividad fibrinolítica y actividad Factor XIII
- ✓ Retraso en resultados

## Tromboelastografía

- ✓ Evaluación cualitativa de la cascada de la coagulación
- ✓ Evaluación de función plaquetaria , actividad fibrinolítica
- ✓ Temperatura del paciente
- ✓ Rápidos resultados



## REVIEW

# Viscoelastic testing in pediatric patients

Thorsten Haas<sup>1</sup>  | David Faraoni<sup>2</sup> 

## 6 | CONCLUSION

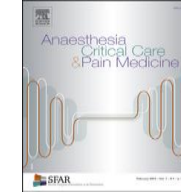
In conclusion, the use of a VET-based transfusion algorithm offers a feasible approach and has been shown to improve bleeding management and rationalize blood product transfusion in adults and children. When used, specific algorithms should be used based on the patient's age, comorbidities (eg, cardiac or liver disease), and the type of surgery performed. Further studies are urgently needed to confirm the effect of implementing VET-based transfusion algorithms on transfusion requirements, outcomes, and costs in different pediatric surgical specialties.



## Toolbox for Bleeding Management in High-Risk Children

Pre-Bypass	Bleeding & Transfusion	Post-Bypass
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Preop. Coag, CBC, and AT</li> <li><input type="checkbox"/> Baseline ACT: ... sec</li> <li><input type="checkbox"/> TXA:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 30 mg/kg (<math>\leq</math> 1 yr.)</li> <li><input type="checkbox"/> 10 mg/kg (<math>&gt;</math> 1 yr.)</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding Risk Stratification:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> High</li> <li><input type="checkbox"/> Moderate</li> <li><input type="checkbox"/> Low</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Heparin after sternotomy</li> <li><input type="checkbox"/> Heparin dose of 400 IU/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> PLT               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <math>&lt;</math> <math>150 \times 10^9/L</math> or</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding <math>&gt;</math> 50 mL/min</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Order: PLT 10-15 mL/kg</b></li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Fibrinogen               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <math>&lt;</math> 1.0 g/L or</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding <math>&gt;</math> 50 mL/min</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Order: FC 50-100 mg/kg</b></li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Plasma               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Left from CPB: ... mL</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding <math>&gt;</math> 50 mL/min</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Prepare: Plasma 10-20 mL/kg</b></li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Surgical field inspection</li> <li><input type="checkbox"/> Tisseel</li> <li><input type="checkbox"/> Cell-Saver Ready</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding coming off: ... mL/min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Protamine dose: ... mg</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding <math>&gt;</math> 50 mL/min               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Platelets transfused: ... mL</li> <li><input type="checkbox"/> Pump blood max 2 syringes (CS)</li> <li><input type="checkbox"/> Plasma: ... mL</li> <li><input type="checkbox"/> ACT Post-protamine: Hep?</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> 30-min bleeding assessment:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> High</li> <li><input type="checkbox"/> Moderate</li> <li><input type="checkbox"/> Low</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> If high/moderate               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Residual heparin?</li> <li><input type="checkbox"/> EXTEM A10 <math>&lt;</math> 40 mm &amp;</li> <li><input type="checkbox"/> FIBTEM A10 <math>&lt;</math> 7 mm                   <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>FC 50-100 mg/kg</b></li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> EXTEM A10 <math>&lt;</math> 40 mm &amp;</li> <li><input type="checkbox"/> FIBTEM A10 <math>\geq</math> 7 mm                   <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>PLT: 10 mL/kg</b></li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> EXTEM CT <math>&gt;</math> 110 sec                   <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>PCC 50 IU/kg</b></li> </ul> </li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> +30-min bleeding assessment:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> High</li> <li><input type="checkbox"/> Moderate</li> <li><input type="checkbox"/> Low</li> </ul> </li> </ul>
Bypass		
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Prime:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Initial dose of RBC: .... mL/kg</li> <li><input type="checkbox"/> Initial dose of FFP: .... mL/kg</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> TXA: 10 mg/100 mL of prime</li> <li><input type="checkbox"/> CPB:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Total dose of RBC: .... mL/kg</li> <li><input type="checkbox"/> Total dose of FFP: .... mL/kg</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Coag &amp; CBC rewarming.</li> <li><input type="checkbox"/> MUF time: ... min (MAX 12 min)</li> <li><input type="checkbox"/> Bleeding coming off:               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <math>&gt;</math> 50 mL/min</li> <li><input type="checkbox"/> <math>&lt;</math> 30 mL/min</li> </ul> </li> </ul>		
	Version 20200426 - Less Blood, More Clots Task Force©	

**FIGURE 3** ROTEM-based bleeding management algorithm from the Hospital for Sick Children in Toronto for noncardiac surgeries



Guidelines

## Position of the French Working Group on Perioperative Haemostasis (GIHP) on viscoelastic tests: What role for which indication in bleeding situations?



Stéphanie Roulet<sup>a,\*</sup>, Emmanuel de Maistre<sup>b</sup>, Brigitte Ickx<sup>c</sup>, Normand Blais<sup>d</sup>,  
Sophie Susen<sup>e</sup>, David Faraoni<sup>f</sup>, Delphine Garrigue<sup>g</sup>, Fanny Bonhomme<sup>h</sup>, Anne Godier<sup>i</sup>,  
Dominique Lasne<sup>j</sup>, and GIHP

CIRUGIA CARDIACA  
TRASPLANTE HEPATICO  
TRAUMA

Algoritmos transfusionales  
guiados por pruebas visco elásticas

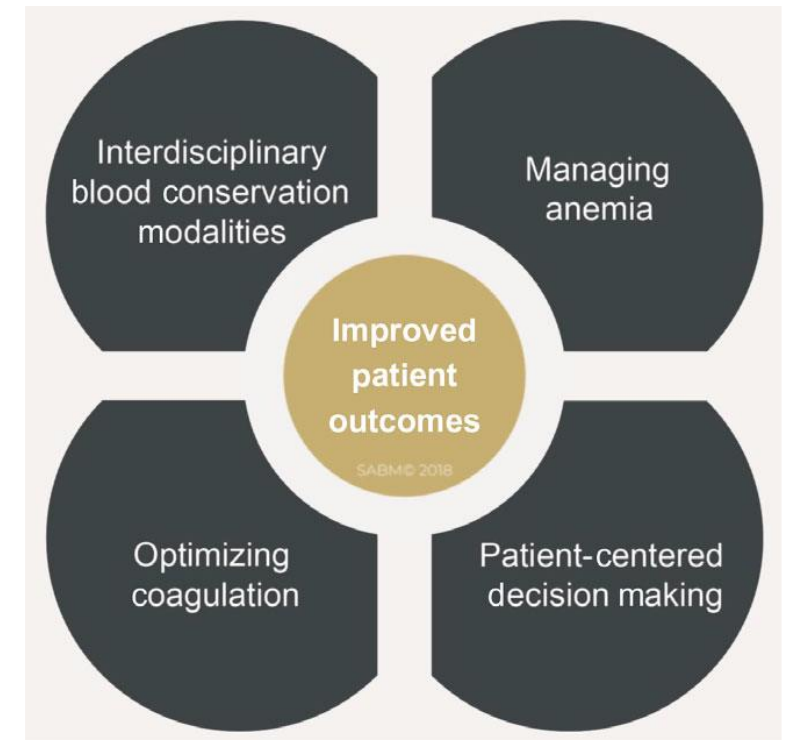
## Society for the advancement of blood management administrative and clinical standards for patient blood management programs. 4th edition (pediatric version)

Susan M. Goobie<sup>1</sup>  | Trudi Gallagher<sup>2</sup> | Irwin Gross<sup>3</sup> | Aryeh Shander<sup>4</sup>

Optimización volumen eritrocitario

Disminución de pérdidas sanguíneas

Aumento de la tolerancia individual a la anemia





# Patient Blood Management

Preoperatoria	Intraoperatoria	Postoperatoria
Tiempo optimo de programación quirúrgica (preparación)	Maximizar entrega de oxígeno tisular	Optimizar ventilación, gasto cardiaco, oxigenación tisular
Evitar test de laboratorio innecesarios	Minimizar consumo de oxígeno tisular	Optimizar manejo de líquidos; evitar hemodilución
Adecuada Historia clínica Anamnesis alteración de coagulación	Optimizar manejo de líquidos Evitar hemodilución	Tolerancia a la anemia si es posible
Diagnostico y tratamiento de anemia	Manejo cuidadoso de variables hemodinámicas	Tratar la anemia con terapia de hierro
Estimular eritropoyesis	Evitar hipotermia- acidosis	Estimular la eritropoyesis
Educación a profesionales Metas PBM	Algoritmo claro del manejo del sangrado	Limitar pérdidas iatrogénicas
Implementación programa institucional PBM	Optimizar técnica quirúrgica	Reducir cantidad y volumen de los exámenes de laboratorio
	Usar hemostáticos tópicos	Tratar coagulopatía con Vit K cuando se encuentre indicado
	Antifibrinolíticos	Profilaxis de hemorragia de tracto digestivo
	Uso del Cell Saver	Evitar la hipotermia y acidosis
	Utilizar concentrado de factores en casos indicados	Considerar tratamiento con antifibrinolíticos
	Terapia transfusional restrictiva	Claros Algoritmos de terapia transfusional
	Monitoreo de la coagulación a la cabecera del paciente	Educación en metas de PBM
	Transfusión sanguínea cuando se encuentre indicado	



## Five Things Physicians and Patients Should Question

1

### Don't proceed with non-emergent major surgery until anemia is evaluated and treated.

Anemia is a global health problem with an incidence of up to 25% in neonates, infants and children. An independent association between preoperative anemia and postoperative morbidity and mortality has been reported. Expert consensus guidelines recommend screening 3 to 6 weeks before major elective surgery. Targeted preventative and therapeutic strategies, which may include iron supplementation, to improve the hematologic status of anemic patients prior to surgery could reduce blood transfusions, improve safety, and decrease costs.

2

### Avoid hemodilution and unnecessary blood draws to avoid dilutional coagulopathy and iatrogenic anemia.

Excessive fluid administration causing hemodilution and unnecessary phlebotomy reduce hemoglobin levels and may unnecessarily trigger red blood cell transfusions based on a numeric threshold despite adequate oxygen carrying capacity. Replacing blood loss with intravenous fluids which do not contain adequate clotting factors (i.e. crystalloids, colloids and packed red blood cells) may lead to dilutional coagulopathy causing a bleeding diathesis. Routine blood draws should be avoided, and if necessary, blood laboratory investigations should be consolidated when appropriate, using minimal volume withdrawal and closed loop collecting systems.

3

### Avoid/reduce allogenic transfusion by first using cell salvage for pediatric high blood loss surgery.

Cell salvage, as a part of a multimodal patient blood management strategy in pediatrics, may reduce unnecessary blood transfusions, improve outcomes and decrease costs. Expert consensus recommendations, observational reports and prospective research suggest that utilizing cell salvage decreases RBC transfusions in infants, children and adolescents undergoing craniostomy, spinal and cardiac surgical procedures. While prospective clinical studies are few, the evidence suggests that cell salvage is feasible, effective, and safe. More high-quality trials will further guide optimum use.

4

### Avoid transfusing older RBC units (>7 days) in infants <10 kg or < 1 year of age requiring massive transfusions to prevent hyperkalemic cardiac arrest.

Transfusion-associated hyperkalemia resulting in cardiac arrest (TAHCA) has been recognized as a complication of massive RBC transfusion in children. During storage, potassium in the extracellular fluid of RBC units stored in additive solutions increases linearly over time. Transfusion of older RBC units (>7 days) should be avoided when large volume/ massive transfusions are expected in neonates and children, such as in craniostomy and spinal surgeries, neonatal CPB prime, and cannulation for ECMO or trauma. Although potentially limited in supply, the use of fresh RBC units (<7 days) should be used in large volume/ massive transfusions in neonates and children to prevent hyperkalemic cardiac arrest.

5

### Avoid dependence on standard laboratory values for transfusion decisions; consideration of the patient's clinical status is requisite.

Laboratory studies may not accurately portray the individual's hemostatic status, bleeding risk or need for transfusion; laboratory studies must be assessed in the context of the patient's overall clinical status. Additional platelet function and viscoelastic testing should be performed to guide blood product transfusions in children with (or at risk for) moderate to severe bleeding. Pharmacologic modalities (i.e. antifibrinolytics, topical hemostatic agents) should be utilized as appropriate. Hemoglobin levels should be assessed in the context of the patient's fluid status, hemodynamics, and degree of cardiopulmonary reserve; with the goal of restrictive RBC transfusion practices.

# CONCLUSIONES

- Realizar una excelente evaluación preoperatoria
- Detectar los niños con alto riesgo de sangrado
- Utilizar métodos de conservación sanguínea
- Estar siempre preparados en las cirugías de alto riesgo de sangrado
- Realizar un reemplazo correcto de hemoderivados
- Evitar y manejar las complicaciones de la transfusión sanguínea
- Usar los agentes hemostáticos cuando estén indicados
- Limitaciones del monitoreo perioperatorio convencional de la coagulación



