Artículo de Revisión

Sangrado excesivo en cirugía cardiovascular. Utilidad de las pruebas viscoelásticas de la coagulación

Excessive bleeding in cardiovascular surgery. Usefulness of viscoelastic testing

Héctor A. Bonaccorsi[1], Franco Oliveto[1], Mariana Raviola[2], Germán Detarsio[2].

1 Hospital Provincial del Centenario. Rosario. 2 Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 7 de Septiembre de 2024
Aceptado después de revisión
el 10 de Marzo de 2025
www.revistafac.org.ar

Los autores declararan no presentar conflictos de interés.

Palabras clave:
Sangrado excesivo,
cirugía cardiovascular,
tromboelastografía,
tromboelastometría.

RESUMEN

El sangrado excesivo, debido a alteraciones de la coagulación, es una complicación conocida en cirugía cardiovascular. Para su manejo se han usado, tradicionalmente, las pruebas estándar de coagulación, y más recientemente, las pruebas viscoelásticas. Estas se realizan con una metodología totalmente distinta y brindan información sobre el inicio, la firmeza y la lisis del coagulo. Las pruebas viscoelásticas pueden ser utilizadas para diagnosticar déficit de los factores de coagulación, presencia de heparina y protamina, déficit en el fibrinógeno, fibrina o Factor XIII, déficit plaquetario e hiperfibrinolisis. La correlación entre ellas y las pruebas estándar de coagulación es fuerte solo en pocos análisis y presentan limitaciones para detectar ausencia de las precondiciones generales para la coagulación, déficit en agregación plaquetaria, déficit de factor de Von Willebrand, efecto de la heparina fraccionada, efecto de los anticoagulantes directos anti-Factor Xa y fibrinolisis local o sistémica de baja y moderada intensidad. Para facilitar el tratamiento de los pacientes con sangrado excesivo se han diseñado algoritmos guiados por las pruebas viscoelásticas.

Excessive bleeding in cardiovascular surgery. Usefulness of viscoelastic testing

ABSTRACT

Excessive bleeding due to coagulation disorders is a well-known complication in cardiovascular surgery. Traditionally, standard coagulation tests have been used for their management, and more recently, viscoelastic testing has gained ground. This is performed using a different methodology and provide information on clot initiation, firmness, and lysis. Viscoelastic testing can diagnose coagulation factor deficiencies, the presence of heparin and protamine, fibrinogen, fibrin or Factor XIII deficiencies, platelet deficiency, and hyperfibrinolysis. The correlation between viscoelastic testing and standard coagulation tests is strong only in a few assays, and they have limitations in detecting the absence of general preconditions for coagulation, platelet aggregation deficiency, von Willebrand factor deficiency, the effect of fractionated heparin, the effect of direct factor Xa inhibitors and low and moderate intensity local or systemic fibrinolysis. To facilitate the treatment of patients with excessive bleeding, algorithms guided by viscoelastic testing have been designed.

Keywords:
Excessive bleeding,
cardiovascular surgery,
thromboelastography,
thromboelastometry.

1. INTRODUCCIÓN

El sangrado excesivo o severo es una complicación conocida en cirugía cardiovascular (CCV) que se produce hasta en un 10% de los pacientes. Cuando se presenta, aumenta la mortalidad ajustada hasta 4 veces[1].

A pesar de algún intento, no hay una definición universalmente utilizada de sangrado excesivo o severo en CCV. Puede ser de utilidad considerar ese diagnóstico cuando el débito por los drenajes torácicos es:

a. Mayor de 500 ml en 1 hora, sin signos de reducción en la hora siguiente.
b. Mayor de 300 ml/h durante las primeras 3 h, sin signos de reducción en la hora siguiente.
c. Mayor de 200 ml/h durante más de 3 h, sin signos de reducción en la hora siguiente.
d. Mayor o igual a 1200 ml en las primeras 12 h de postoperatorio.

Autor para correspondencia: **Dr. Héctor A. Bonaccorsi.** Gral. Riccheri 725. 2000 - Rosario. Santa Fe. Argentina. *e-mail:* hbona2012@gmail.com

Otra definición que puede ser válida es la que rotula al sangrado como excesivo cuando el débito por los drenajes supera 2 ml/kg/h. Sangrados excesivos ostensibles registran alrededor de 8 ml/kg/h.

Ante volúmenes menores de sangrado, pero con ensanchamiento mediastinal en la radiografía de tórax de grado moderado o severo se debe pensar que parte del sangrado ha quedado en el tórax y considerar el diagnóstico de sangrado excesivo. También se debe tomar en cuenta el diagnóstico de sangrado excesivo cuando se ha administrado el tratamiento para este, aunque no se hayan alcanzado los valores mencionados anteriormente.

Las causas que pueden producir sangrado en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular son: [2]

1. Quirúrgicas
2. Coagulopatías
2.1. Hiperfibrinólisis
2.2. Heparinemia residual o de rebote
2.3. Disfunción plaquetaria
2.4. Plaquetopenia
2.5. Coagulopatía por déficit (hemodilución, reemplazo insuficiente o consumo)
2.6. Exceso de protamina
2.7. Déficit de factor de Von Willebrand
2.8. Combinaciones de las anteriores
2.9. Coagulación intravascular diseminada
3. Mixtas (quirúrgica más coagulopatía)

Ante un sangrado es importante diagnosticar la eventual presencia de una coagulopatía y caracterizarla para poder efectuar el tratamiento dirigido específicamente a ella, lo más rápido posible. El tratamiento no dirigido de un sangrado excesivo con hemoderivados, por falta de la identificación de la coagulopatía responsable, implica transfusión innecesaria y expone a riesgos como infecciones, lesión pulmonar (TRALI), aumento del agua corporal total e inmunomodulación[3,4]. Lo anterior no incluye la reposición de glóbulos rojos, cuando esta se considere necesaria. Además de los antecedentes y los signos clínicos, existen diversos exámenes complementarios mediante los cuales se puede llegar al diagnóstico de una coagulopatía. Tradicionalmente se han usado las pruebas estándar de coagulación y más recientemente, las pruebas viscoelásticas (PVC).

Los beneficios mencionados para las PVC son la evaluación rápida y completa de la coagulación, la identificación de coagulopatías específicas que no siempre se detectan con las pruebas estándar, servir como guía para la administración de productos sanguíneos que puede reducir las transfusiones excesivas, el monitoreo postoperatorio y la reducción de complicaciones postoperatorias en los pacientes[5].

Desde hace más de dos años se utilizan las PVC en esta institución por lo cual parece conveniente realizar una reseña enfocada en el uso de estas.

TABLA 1.
Pruebas viscoelásticas de coagulación. Dispositivos y análisis más difundidos y utilizados.

			Finalidad
Empresa	**Werfen®**	**Haemonetics®**	
Modelo	**ROTEM®**	**ClotPro® TEG®**	
Análisis	EXTEM	EX-test	Examina la vía extrínseca de la coagulación
	INTEM	IN-test	Analiza la vía intrínseca de la coagulación
	FIBTEM	FIB-test	Estudia el fibrinógeno y la fibrina, bloqueando la contribución de las plaquetas
	HEPTEM	HI-test	Investiga la vía intrínseca de la coagulación agregando un inhibidor de heparina
	APTEM	AP-test	Detecta hiperfibrinolisis por el agregado de un antifibrinolítico

2. TÉCNICA Y DISPOSITIVOS PARA REALIZAR LAS PVC

Las pruebas viscoelásticas de coagulación se basan en colocar sangre entera citratada en una copa que tiene en su interior un eje central. La copa o el eje (según el fabricante) oscilan mientras el otro elemento queda fijo. La resistencia al movimiento, a medida que la sangre se coagula, es medida, produciendo los resultados. A la sangre de la copa se le adicionan distintos reactivos y productos químicos (inhibidores de la función plaquetaria, antifibrinolíticos, etc.) para evaluar la firmeza del coágulo por diferentes vías.

En la *Tabla 1* se detallan los dispositivos más difundidos y los análisis más utilizados que realiza cada uno.

El dispositivo ClotPro® de la empresa Haemonetics® también realiza otros análisis como: RW-test: prueba para anticoagulantes directos (ej. rivaroxaban), ECA-test: prueba para antagonistas directos de la trombina y TPA-test: detecta tratamientos antifibrinolíticos, activando la fibrinólisis. La misma empresa cuenta con los dispositivos TEG5000® y TEG6s® que efectúan análisis similares y el análisis TEG PlateletMapping® que analiza la función plaquetaria.

La empresa Werfen® produce además el dispositivo ROTEM Sigma® que incluye los análisis EXTEM, INTEM, FIBTEM, APTEM y HEPTEM. También, cuenta con el dispositivo ROTEM Platelet® que tiene dos canales adicionales para evaluar por impedancia la función plaquetaria.

3. GRÁFICO TÍPICO, PRINCIPALES PARÁMETROS Y VALORES NORMALES

El gráfico típico que se genera en las pruebas viscoelásticas puede verse en la *Fig. 1*.

Principales parámetros y sus valores normales:

Los principales parámetros de las PVC pueden clasificarse según la característica del proceso de coagulación sobre la que brindan información[6,7].

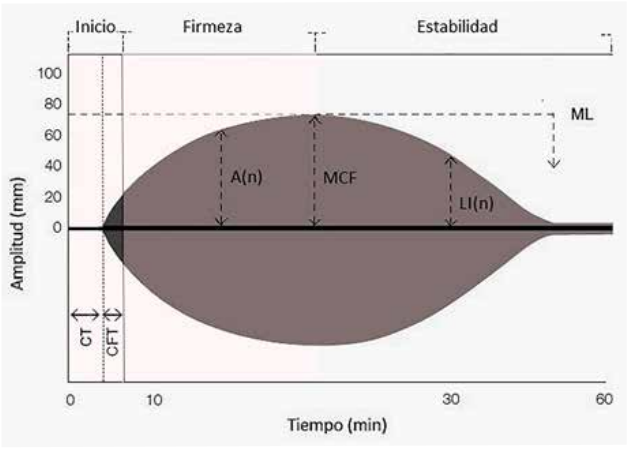


FIGURA 1.
Gráfico típico generado en la prueba viscoelástica de coagulación. **CT:** tiempo de coagulación (Werfen) o tiempo R (Haemonetics), **CFT:** tiempo de formación del coágulo (Werfen) o tiempo K (Haemonetics), **A (n):** amplitud a n minutos del CT (ej. A5), **MCF:** firmeza máxima del coágulo (Werfen) o máxima amplitud (Haemonetics), **LI(n):** índice de lisis a n minutos del CT (ej. LI30), **ML:** lísis máxima.

I) Inicio del coágulo:

a. Tiempo de coagulación (Werfen) o tiempo R (Haemonetics) (CT). Es el tiempo que transcurre entre el agregado del reactivo a la muestra y una amplitud de 2 mm en la señal producida por el comienzo de la formación del coágulo. Su prolongación se produce por déficit de los factores de coagulación y por la presencia de anticoagulantes como la heparina, dependiendo del análisis usado.
b. Tiempo de formación del coágulo (CFT) (Werfen) o tiempo de apertura (K) en (Haemonetics). Es el tiempo que transcurre entre el CT y una amplitud de 20 mm en la señal producida por el crecimiento del coágulo.

II) Firmeza del coágulo:

a. Firmeza máxima del coágulo (Werfen) o máxima amplitud (Haemonetics) (MCF). Informa sobre la contribución del fibrinógeno, la fibrina y las plaquetas a la firmeza del coagulo.
b. Amplitud (A5, A10) (amplitud a los 5 o 10 minutos del CT o tiempo R). Informa sobre la contribución del fibrinógeno, la fibrina y las plaquetas a la firmeza del coágulo y se utiliza para predecir la MCF en un tiempo más corto.

III) Estabilidad y lisis del coágulo:

a. Índice de lisis (a n minutos del tiempo de coagulación o tiempo R, ej. LI30) (LI). Representa el porcentaje de firmeza remanente del coágulo en relación con la MCF. Informa sobre la fibrinólisis o un déficit severo de Factor XIII.
b. Lisis máxima (ML). Informa sobre la fibrinólisis o un déficit severo de Factor XIII.

En la *Tabla 2* se muestran los valores normales de los principales parámetros de las PVC para ser usados en estados hipocoagulables[8,9,10].

4. DESVIACIONES DE LAS PVC ANTE CONDICIONES QUE PRODUCEN SANGRADO

Las PVC pueden ser utilizadas para diagnosticar déficit de los factores de coagulación, presencia de heparina y protamina, defectos en el fibrinógeno, fibrina o Factor XIII, déficit plaquetario e hiperfibrinolisis[8]. Los desvíos que pueden producirse en las PVC en estas situaciones pueden verse en la *Tabla 3*.

Un estudio reciente que incluyó 759 pacientes mostró una reducción significativa en el uso de hemoderivados, en las infecciones, en el tiempo de estadía en cuidados intensivos y hospitalaria total y en los costos, con el uso de las PVC en cirugía cardíaca[5].

5. LIMITACIONES DE LAS PVC

Si bien las PVC pueden usarse para diagnosticar muchas anomalías de la coagulación, no todas pueden ser detectadas con esta metodología. Algunas de las alteraciones en las cuales las PVC no prestan utilidad son: 1- Falla en las precondiciones generales para la coagulación (hipotermia, acidosis, hipocalcemia y anemia), 2- Déficit en agregación plaquetaria (existen dispositivos especiales dedicados a eso, ej. ROTEM Platelet® o TEG Platelet Mapping®), 3- Déficit de factor de Von Willebrand, 4- Efecto de la heparina fraccionada, 5- Efecto de los anticoagulantes directos anti-Factor Xa o anti-Factor IIa. 6- Fibrinólisis local o sistémica de baja y moderada intensidad.

6. RELACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS DISPOSITIVOS Y LAS PRUEBAS ESTÁNDAR DE COAGULACIÓN

Algunos autores han estudiado la relación entre los resultados de las PVC realizados con los dos dispositivos

TABLA 2.
Valores normales de los principales parámetros de las pruebas viscoelásticas de coagulación, para estados hipocoagulables.

	EXTEM	INTEM	HEPTEM	FIBTEM	EX-Test	IN-Test	HI-Test	FIB-Test
CT (s)	<80	<240	<240	<600	<65	<185	<185	
A5 (mm)	>35	>30	>30	>8	>39	>32		>6
A10 (mm)	>40	>40	>40	>8	>47	>41		>7
MCF (mm)	>50	>50	>50	>9	>50	>50		>9
LI 30(%)	>85	>85	>85	>85				
ML (%)	<15*	<15*	<15*	<15*				

CT: tiempo de coagulación o tiempo R, **A5:** amplitud a 5 min de CT, **A10:** amplitud a 10 min de CT, **MCF:** máxima firmeza del coagulo o máxima amplitud, **LI30:** índice de lisis a 30 min de CT, **ML:** lisis máxima. * lectura a los 60 min.

TABLA 3.
Desviaciones de las pruebas viscoelásticas de coagulación ante condiciones que producen sangrado.

CT prolongado	
En INTEM o IN-test	Déficit de factores de la vía intrínseca
	Exceso de heparina (si se asocia a HEPTEM o HI-test normal)
	Exceso de protamina (si se asocia a HEPTEM o HI-test prolongado)
En EXTEM o EX-test	Déficit de factores de la vía extrínseca
En FIBTEM o FIB-test	Hiperfibrinolisis
En HEPTEM o HI-test	Déficit de factores de la vía intrínseca
	Exceso de protamina
A5, A10 y MCF disminuidos:	
En EXTEM o EX-test	Déficit de fibrinógeno/fibrina (si se asocia a FIBTEM o Fib-test disminuidos)
	Déficit de plaquetas (si se asocia a FIBTEM o Fib-test normal)
	Hiperfibrinolisis
En FIBTEM o Fib-test	Déficit de fibrinógeno/fibrina (si se asocia a EXTEM o EX-test disminuidos)
LI disminuido y ML aumentada	
En EXTEM o EX-test	Hiperfibrinolisis (si se asocia a FIBTEM o Fib-test aumentada y APTEM o AP-test normal)

CT: tiempo de coagulación o tiempo R, **A5:** amplitud a 5 min de CT, **A10:** amplitud a 10 min de CT, **MCF:** máxima firmeza del coagulo o máxima amplitud, **LI:** índice de lisis, **ML:** lisis máxima.

más usados y las pruebas del estándar de coagulación en pacientes sometidos a cirugía cardíaca[6]. Los principales hallazgos fueron:

a. Se encontró fuerte correlación para las medidas de máxima firmeza del coágulo, en los tests que evalúan la vía extrínseca como en la intrínseca, entre ClotPro y ROTEM. La correlación fue moderada para el tiempo que señala el comienzo de la coagulación (CT), entre ClotPro y ROTEM y para máxima firmeza del coágulo en los tests para fibrina (Ex-test y EXTEM).
b. El tiempo de protrombina se correlacionó fuertemente con el tiempo R (Ex-test ClotPro), mientras que la correlación fue baja con el tiempo de coagulación (EXTEM ROTEM).
c. Los niveles de fibrinógeno y de Factor XIII plasmático se correlacionaron fuertemente con la medida de máxima firmeza del coágulo de FIB-test (ClotPro) y de FIBTEM (ROTEM).
d. El número de plaquetas tuvo una correlación moderada con la diferencia entre la coagulación gatillada por vía extrínseca y el test para fibrina (EXTEM-FIBTEM, Ex-test-Fib-test), tanto con ROTEM como con ClotPro.

7. ENFOQUE DE MANEJO DEL SANGRADO EXCESIVO

Un enfoque práctico para manejar un sangrado excesivo en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular debe tener como premisa básica que toda acción médica debe hacerse en el menor tiempo posible y evitando generar daño al paciente. Cuanto más tiempo se demoren ellas, más sangre pierde el paciente, mayor necesidad de hemoderivados para reposición y mayor riesgo de morbimortalidad del paciente. El enfoque puede basarse en algunas preguntas básicas:

1- ¿El paciente tiene un sangrado excesivo o se trata de un sangrado habitual?

a) Más arriba se ha mencionado que no existe una definición universal de sangrado excesivo. Dado que el sangrado habitual varía con las técnicas quirúrgicas, anestésicas, de perfusión extracorpórea y otras condiciones, la situación ideal es que cada servicio analice cuales son los volúmenes que pueden considerar excesivos. En su defecto, se pueden utilizar definiciones como la expuesta al principio de esta reseña.
b) Es importante destacar que, de no existir sangrado excesivo, el paciente no debe ser tratado aun cuando las pruebas de coagulación se encuentren alteradas. Esto tiene su base en que las pruebas de coagulación se realizan "in vitro" y hay variables presentes en el organismo que no son medidas. Esto se expresa en el bajo valor predictivo positivo de las pruebas de coagulación[11].
c) Ante un sangrado excesivo si la presión arterial sistémica del paciente es alta o se encuentra en el límite superior de lo normal, debería tratarse para obtener cifras adecuadas a la situación del paciente (ej. presión arterial media de 70 para un paciente normotenso previo). A estos fines, se utiliza habitualmente una droga vasodilatadora por vía intravenosa.
d) Ante un sangrado excesivo, y hasta que el diagnóstico y el tratamiento específico se concreten; se debe evaluar la necesidad de reposición de glóbulos rojos. En caso de hipotensión arterial, y hasta que lleguen los concentrados de hematíes, se debe comenzar inmediatamente la reposición con cristaloides (ej. solución fisiológica). Se debe reponer 500 cc de estos por cada 500 cc de sangre perdida y la pérdida de los primeros 500 cc no necesita ser repuesta.
e) Ante un sangrado excesivo es conveniente informar al equipo quirúrgico para recabar su opinión, como así también para minimizar los tiempos de reintervención si esta llegase a ser necesaria.

2- ¿El sangrado excesivo responde a causas quirúrgicas, coagulopatías o ambas?

El diagnóstico diferencial de las causas se debe establecer por los antecedentes del paciente (ej. cirugía cardíaca previa, efecto de antiagregantes), los signos clínicos (ej., sangrado sólo por los drenajes o sangrado universal) y los exámenes complementarios (valores hemostáticos o valores no hemostáticos en las pruebas de coagulación).

Un sangrado de causa quirúrgica puede asociarse a una coagulopatía. Esto ocurre cuando a) un sangrado de causa quirúrgica es objeto de una reposición incompleta de hemoderivados y b) un sangrado de causa quirúrgica es tratado con cristaloides en forma excesiva y produce hemodilución en el paciente.

Si el paciente es portador de un sangrado de causa quirúrgica, acompañado o no de una coagulopatía, debe ser derivado en forma urgente a quirófano. Hasta que el paciente sea trasladado a quirófano, debe tratarse su coagulopatía.

3- Si parece tener una coagulopatía, ¿reúne las condiciones básicas generales para la coagulación?

Para que la coagulación funcione adecuadamente el organismo humano debe tener:

a) Temperatura corporal > 35ºC
b) pH > 7,2
c) Hb > 8 g/dl (niveles menores hacen perder el flujo laminar lo cual impide el adecuado contacto del plasma y las plaquetas con el endotelio)[12].
d) Calcio iónico > 1 mmol/l

4-Si parece tener una coagulopatía, ¿cuál tiene?

En la ***Tabla 4*** se muestran los rasgos principales de las pruebas viscoelásticas y las pruebas estándar de coagulación en algunas de las coagulopatías que suelen encontrarse en el intra y postoperatorio de cirugía cardíaca.

5-¿Qué tratamiento específico requiere su coagulopatía?

Uno de los méritos de los dispositivos para realizar PVC ha sido la difusión de algoritmos de tratamiento que han hecho sus fabricantes. De este modo se ha contribuido a diseminar el conocimiento sobre la terapéutica de las coagulopatías. El fabricante del dispositivo ROTEM, ha diseñado un algoritmo de manejo para el sangrado excesivo que se basa en un orden de tratamiento: 1ero. hiperfibrinólisis, 2do. heparinemia, 3ero. déficit de fibrinógeno, 4to. déficit plaquetario y 5to. déficit de factores. Sin embargo, otros enfoques personalizados de tratamiento pueden ser igualmente efectivos.

A continuación, se mencionan las alteraciones de la coagulación más frecuentes en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular junto con los recursos terapéuticos más usados y sus dosis habituales.

a) Tratamiento de la hiperfibrinólisis:

* ***Acido Epsilon Aminocaproico:*** [13]

Presentación: ampolla de 2 g (Ipsilon®)

TABLA 4.
Pruebas de coagulación en algunas coagulopatías asociadas a la cirugía cardíaca.

Coagulopatía	Pruebas viscoelásticas de coagulación	Pruebas estándar de coagulación
Hiperfibrinólisis	ML (en EXTEM o EX-test y FIBTEM o FIB-test) ↑ (a los 60 min) o A5 y A10 (en EXTEM o EX-test) ↓ o CT (en FIBTEM o FIB-test) ↑↑ con ML (en APTEM o AP-test) normal	Tiempo de protrombina ↑ APTT ↑ Tiempo de trombina ↑ Fibrinógeno ↓↓ Tiempo de lisis de euglobulinas ↓ Factor V y VIII ↓ Dímero D ↑↑
Heparinemia	CT (en INTEM o IN-test) ↑ con CT (en HEPTEM o HI-test) normal	APTT ↑ Tiempo de trombina ↑
Déficit de factores	CT (en EXTEM o EX-test) ↑ (factores Vitamina K dependientes) CT (en INTEM o IN-test) ↑ con CT (en HEPTEM o HI-test) ↑ (factores vía intrínseca) con FIBTEM o FIB-test normal	APTT ↑ Tiempo de protrombina ↑ (factores Vitamina K dependientes) Fibrinógeno normal o ↓ Número de plaquetas normal o ↓ (hemodilución)
Exceso de protamina	CT (en INTEM o IN-test) ↑ con CT (en HEPTEM o HI-test) ↑ CT (en EXTEM o EX-test) normal	APTT ↑ Tiempo de trombina ↑ Tiempo de protrombina normal
Déficit plaquetario	A5, A10 y MCF (en EXTEM o EX-test) ↓ con A5, A10 y MCF (en FIBTEM o FIB-test) normal	Número de plaquetas ↓ y/o Frotis sin agregados plaquetarios
Déficit de fibrinógeno/ fibrina	A5, A10 y MCF (en EXTEM o EX-test) ↓ con A5, A10 y MCF (en FIBTEM o FIB-test) ↓	Fibrinógeno ↓

CT: tiempo de coagulación o tiempo R, **A5:** amplitud a 5 min de CT, **A10:** amplitud a 10 min de CT, **MCF:** máxima firmeza del coagulo o máxima amplitud, **ML:** lisis máxima, **APTT:** tiempo parcial de tromboplastina, **↑:** prolongado, **↓:** reducido o disminuido

Dosis: 4 a 5 g diluido en 250 ml de solución fisiológica (SF) o de dextrosa (D5%), por vía intravenosa (IV) durante una hora, seguido por infusión continua de 1 g/h durante 8 h o hasta el control de la hemorragia. Dosis máxima 30 g/día.

* ***Acido Tranexámico*** [14]

Presentación: ampolla de 5 ml con 500 mg (Arotran®).

Dosis: en el postoperatorio: 500-1000 mg (si no se ha utilizado en el intraoperatorio probablemente la dosis de

1 g sea más adecuada) o 25 mg/kg. La dosis puede ser repetida cada 8 h. Puede administrarse directamente por vía IV en forma lenta, en un tiempo no inferior a 1 ml/min, o diluirse en SF o D5%.

b) Tratamiento de la heparinemia:

**** Protamina*** [15]

Presentación: ampolla 5.000 U en 5 ml (Protamina 1.000 Rivero®).

Dosis: 2.500-5000 U o 30-60 U/kg. Administración: por vía IV, diluida en 100 ml de SF en 20 minutos.

c) Tratamiento del déficit de fibrinógeno:

**** Crioprecipitados*** [16]

Dosis: Inicialmente 1 unidad/10 kg de peso y luego según el control clínico.

**** Concentrado de Fibrinógeno:*** [16]

Presentación: frasco ampolla. 1 g de polvo liofilizado, se reconstituye con agua estéril (Haemocomplettan®).

Dosis: 1-2 g o 25 mg/kg inicialmente, con sucesivas administraciones según se requiera.

d) Tratamiento del déficit plaquetario:

**** Desmopresina*** [17]

Presentación: ampolla: de 1 ml, con 4 µg/ml (Desmopresin®).

Dosis: 0,3-0,4 µg/kg (máximo 20 µg - 5 amp).

* Concentrado de Plaquetas (individual) [18]

Presentación: plaquetas suspendidas en un volumen de plasma de 50-70 ml.

Dosis: 1 concentrado individual por cada 10 kg de peso o 1 aféresis.

e) Tratamiento del déficit de factores:

**** Plasma fresco congelado*** [5]

Dosis: 10-15 ml/kg - habitual 4 U (aumentan un 10% los factores de coagulación del paciente).

**** Complejo protrombínico (Factor II, factor VII, factor IX y factor X)*** [19]

Protromplex Total Tim 4®: Presentación: 600 UI/20 ml, Beriplex P/N®: Presentación 500 UI, Octaplex®: Presentación 500 UI

Dosis: inicial 15-25 UI/kg o incremento deseado del valor de Quick (en % de lo normal) × peso corporal (Kg) × 1,2

**** Factor VII recombinante activado (rFVIIa) (Novoseven®)***

Presentación: frasco ampolla. de 1 mg (50 KUI) y de 5 mg (250 KUI)

Dosis: Se han utilizado 40-80 µg/kg, e incluso más altas. Recientemente se postula el uso de dosis menores <20 µg/kg, en terapia temprana y de rescate, sin efectos indeseables[20]. Su uso es controvertido y requiere una evaluación riesgo/beneficio del paciente en particular.

6-¿El sangrado necesita tratamiento quirúrgico, aún en presencia de una coagulopatía?

Se ha mencionado más arriba que un sangrado de causa quirúrgica puede asociarse a una coagulopatía (sangrado de causa quirúrgica con reposición incompleta de hemoderivados o tratado excesivamente con cristaloides produciendo hemodilución). Además, si se producen coágulos pericárdicos que producen coagulopatía por consumo de factores, esta no mejorará hasta que sean removidos quirúrgicamente.

Por otro lado, un sangrado por coagulopatía puede producir taponamiento cardíaco, el cual requiere tratamiento quirúrgico urgente.

8. CONCLUSIÓN

El sangrado excesivo por alteraciones de la coagulación continúa observándose en cirugía cardiovascular y empeora sus resultados. Para ayudar en su diagnóstico se cuenta con las pruebas estándar de la coagulación y más recientemente con las pruebas viscoelásticas. Estos dos tipos de exámenes difieren en su metodología y ambos tienen ventajas y desventajas. Contar con ambas pruebas aumenta la capacidad diagnóstica en el perioperatorio de los pacientes cardioquirúrgicos.

BIBLIOGRAFIA

1. Dyke C, Aronson S, Dietrich W et al. Universal definition of perioperative bleeding in adult cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg **2014**; 147: 1458 - 1463.
2. Martínez Aquino E. Hemostasia en la cirugía con circulación extracorpórea y complicaciones hemorrágicas. En: Iglesias R, Pensa C, editores. Cuidados perioperatorios en cirugía cardiovascular. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; **2000**. p. 225 – 254.
3. Bolton-Maggs PHB, Cohen H. Serious Hazards of Transfusion (SHOT) haemovigilance and progress is improving transfusion safety. Br J Haematol **2013**; 163: 303 – 314.
4. Sanaiha Y, Hadaya J, Verma A et al. Morbidity and Mortality Associated With Blood Transfusions in Elective Adult Cardiac Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth **2023**; 37: 1591 –1598.
5. Vallés-Torres J, Gallego-Ligorit L, González-Rodríguez VP et al. Evaluación de la implantación de la tromboelastrometría rotacional en cirugía cardíaca. Rev Chil Anest **2023**; 52: 390 - 398.
6. Yoshii R, Sawa T, Kawajiri H et al. A comparison of the ClotPro system with rotational thromboelastometry in cardiac surgery: a prospective observational study. Sci Rep **2022**; 12: 17269.
7. Karkouti K, Callum J, Wijeysundera DN et al. Point-of-Care Hemostatic Testing in Cardiac Surgery: A Stepped-Wedge Clustered Randomized Controlled Trial. Circulation **2016**; 134: 1152 – 1162.
8. Görlinger K, Dirkmann D, Hanke AA et al. First-line therapy with coagulation factor concentrates combined with point-of-care coagulation testing is associated with decreased allogeneic blood transfusion in cardiovascular surgery: a retrospective, single-center cohort study. Anesthesiology **2011**; 115: 1179 – 1191.
9. Kozek-Langenecker SA. Perioperative coagulation monitoring. Best Pract Res Clin Anaesthesiol **2010**; 24: 27 – 40.
10. Lang T, Bauters A, Braun SL et al. Multi-centre investigation on reference ranges for ROTEM thromboelastometry. Blood Coagul Fibrinolysis **2005**; 16: 301 – 310.
11. Meesters MI, Burtman D, van de Ven PM et al. Prediction of Postoperative Blood Loss Using Thromboelastometry in Adult Cardiac Surgery: Cohort Study and Systematic Review. J Cardiothorac Vasc Anesth **2018**; 32: 141 – 150.
12. Hunt BJ. Bleeding and coagulopathies in critical care. N Engl J Med **2014**; 370: 847 – 859.
13. Theusinger OM, Felix C, Spahn DR. Strategies to reduce the use of blood products: a European perspective. Curr Opin Anaesthesiol **2012**; 25: 59 – 65.
14. Ickx BE, Faraoni D. Management of the clotting system: a European perspective. Curr Opin Anaesthesiol **2012**; 25: 80 – 85.

15. Boer C, Meesters MI, Veerhoek D et al. Anticoagulant and side-effects of protamine in cardiac surgery: a narrative review. Br J Anaesth **2018**; 120: 914 – 927.
16. Hensley NB, Mazzeffi MA. Pro-Con Debate: Fibrinogen Concentrate or Cryoprecipitate for Treatment of Acquired Hypofibrinogenemia in Cardiac Surgical Patients. Anesth Analg **2021**; 133: 19 – 28.
17. Desborough MJR, Oakland KA, Landoni G et al. Desmopressin for treatment of platelet dysfunction and reversal of antiplatelet agents: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Thromb Haemos**t 2017**; 15: 263 – 272.
18. Yanagawa B, Ribeiro R, Lee J et al. Platelet Transfusion in Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. Ann Thorac Surg **2021**; 111: 607 – 614.
19. Viana P, Relvas JH, Persson M et al. Prothrombin Complex Concentrate versus Fresh Frozen Plasma in Adult Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. J chest Surg **2024**; 57: 25 – 35.
20. Cotter E, Sharma A, Campton A et al. Very low-dose recombinant Factor VIIa administration for cardiac surgical bleeding reduces red blood cell transfusions and renal risk: a matched cohort study. Blood Coagul Fibrinolysis **2021**; 32: 473 – 479.