



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# JORNADA DE PERFUSIÓN

## Cipolletti 2025

*Tendencias actuales en Perfusión*

*Perf PCC Gabriela Pais*

Hospital General de Agudos Dr. Cosme Argerich Servicio de Cirugía Cardiovascular y Trasplante Cardíaco

# Declaración de intereses

Declaro no tener intereses de ninguna índole

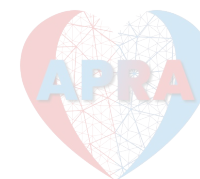


# Principios generales

Como sabemos la CEC presenta efectos adversos a nivel local y sistémico ya que produce alteraciones a nivel de la macro y de la microcirculación.

Guías Clínicas estandarizadas (EACTS, EBCP, EACTA, American Society of Extracorporeal Technology, Society of Clinical Perfusion Scientist of Great Britain & Ireland, Australian Board of Cardiovascular Perfusion) recomiendan procedimientos para alcanzar la perfusión óptima:

- 1- Perfusión guiada por objetivos (GDP)
- 2- Monitorización avanzada: SVO2 (Saturación venosa mixta), mide el balance global de oxígeno- NIRS, BIRS, Medición continua de flujo arterial y venoso: Flujo cerebral adecuado
- 3- Minimización de los circuitos: limitar la hemodilución, cebado reducido
- 4- Estrategias de protección orgánica: minimización del estrés en órganos vitales como riñones, protección cerebral (hipotermia controlada, protección cerebral selectiva)
- 5- Circulación extracorpórea mínimamente invasiva (MIECC)
- 6- Seguridad y protocolos estandarizados
- 7- Capacitación. Investigación y desarrollo continuos



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# Perfusión guiada por objetivos o por metas

**La PDG (goal-directed therapy)** es la monitorización rigurosa y el manejo activo del paciente durante los períodos de cuidados intensivos (peri, intra y posoperatorio) en busca de mejores resultados clínicos.

En CEC: es un manejo hemodinámico personalizado según metas predefinidas que, mediante el monitoreo constante de parámetros clave Sensores arteriales y venosos y capnografía (producción de CO<sub>2</sub> y su eliminación por el pulmón artificial) busca optimizar la oxigenación y la perfusión tisular, minimizar el riesgo de hipoperfusión y daños a órganos durante la cirugía cardíaca. Toma los términos convencionales de perfusión óptima de CEC y agrega conceptos de microcirculación / Respiración celular

**-Parámetros hemodinámicos:** IC, suministro de oxígeno (DO<sub>2</sub>), consumo de Oxígeno (VO<sub>2</sub>) y ERO (extracción de O<sub>2</sub>). La SVO<sub>2</sub> es el marcador del deterioro hemodinámico, la PAM y la fluidoterapia.

**-Parámetros de microcirculación o perfusión tisular:** lactato sérico: indica disminución de la entrega de oxígeno.

**-Parámetros derivados de la producción de CO<sub>2</sub>:** el delta CO<sub>2</sub> (diferencia de CO<sub>2</sub> arterial y venoso), PCO<sub>2</sub>. En condiciones aeróbicas, por cada molécula de O<sub>2</sub> consumidas se producen 6 moléculas de CO<sub>2</sub>

Gatica A., Muñoz Valdivia C, Van Sint Jan, Ramos S., Perfusión dirigida por objetivos: p´rctica actual en técnicas de circulación extracorpórea

dirigida a objetivos: práctica actual en técnicas de circulación extracorpórea.

Revista Médica Clínica las Condes Vol 35 Núm 1 2024

**JORNADA DE PERFUSIÓN - Cipolletti 2025**



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# Fórmulas

Parámetro	Fórmula
Transporte arterial de oxígeno: <b>DO2</b>	$DO2 = GC \times CaO2 = GC \times (1,34 \times Hb \times \text{sat art O2}) \times 10$
Consumo de oxígeno: <b>VO2</b>	$VO2 = IC \times (CaO2 - CvO2)$
	$VO2 = IC \times 1,34 \times Hb \times (\text{sat art O2} - \text{sat ven de O2})$
Saturación venosa mixta de oxígeno: <b>SvO2</b>	$SvO2 = DO2/VO2$
	$SvO2 = (GC/VO2) \times Hb \times \text{sat art de O2}$
Coeficiente de extracción de oxígeno: <b>CEO2 o ERO2</b>	$ERO2 = VO2/DO2(\times 100)$
Cociente respiratorio: <b>CR</b>	$CR: VCO2/VO2$

GC: gasto cardíaco; Hb: hemoglobina; IC: índice cardíaco; sat art: saturación arterial; sat ven: saturación venosa.



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# Parámetros

Los elementos predictores de hiperlactatemia: **producción de CO2 (VCO2) > 60 ml/min/m2 y una relación DO2i > 5.**  
Un estudio que realizó Ranucci en 2011 sostiene que las **variables derivadas del oxígeno, la saturación venosa (SVO2) y la tasa de extracción de oxígeno**, son los mejores predictores que el valor de la **hemoglobina** a la hora de decidir la transfusión de glóbulos rojos.

**Tasa AKI:** Por cada disminución del 1% del Hto por debajo de 26%, aumenta un 7 %

Parámetros globales actuales	Parámetros integrados (GDP)
SvO2 > 60–70% PAM ≥ 65 mmHg	Índice de suministro de oxígeno (DO2i; ≥ 260–272 ml/min/m²)
PVO2 > 40 mmHg	Índice de consumo de oxígeno (VO2; <60 ml/min/m²)
pH: 7,35–7,45	Índice de producción de dióxido de carbono (VCO2i; <60 ml/min/m2)
pCO2: 35–45 mmHg	DO2i / VCO2i (>5)
Índice cardíaco: 2,2–2,6 l/min/m²	VO2i / DO2i (ERO2; <0,25)
Ácido láctico <2,0 mmol/l	VCO2i / VO2i (cociente respiratorio; <1)

# Flujo

**FLUJO SANGUÍNEO:  $280 \times \text{SUPERFICIE CORPORAL} / [\text{HEMOGLOBINA} \times 1.34) + 0,62] \times 10$**

El flujo debe ser ajustado de acuerdo con el  $\text{CaO}_2$  para mantener un umbral mínimo de  $\text{DO}_2$  (Clase IIa B).

**$\text{PaO}_2 \pm 200 \text{ mmHg}$  y saturación de oxígeno al 100%**

**Hto** por debajo de **24%** compromete el aporte de oxígeno al riñón, por lo tanto, el flujo de la bomba debe adaptarse al valor del Hto para mantener el suministro de  $\text{O}_2$  por encima del valor crítico descrito ( **$280 \text{ ml} / \text{min} / \text{m}^2$  //  $360 \text{ ml} / \text{min} / \text{m}^2$** ) y no debe calcularse por superficie corporal y temperatura, sino por contenido de **HB**.



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# Guía de referencia rápida para uso de GDP Veterans Affairs Boston Healthcare System

	Hemoglobina (g/dl)												
BSA(m <sup>2</sup> )	7,0	7,3	7,7	8,0	8,3	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3	10,7	11,0
1,5	4,2	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7
1,6	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9
1,7	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1
1,8	5,1	4,9	4,6	4,5	4,3	4,1	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3
1,9	5,2	5,0	4,7	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
1,9	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5
2,0	5,5	5,3	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
2,0	5,6	5,4	5,1	4,9	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0	3,9	3,7	3,7
2,1	5,8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7
2,1	5,9	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9	3,8
2,2	6,0	5,8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,6	4,4	4,3	4,2	4,0	3,9
2,2	6,2	5,9	5,6	5,4	5,3	5,0	4,9	4,7	4,5	4,4	4,3	4,1	4,0
2,3	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,1	5,0	4,8	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1
2,3	6,5	6,2	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2
2,4	6,6	6,3	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,4	4,3
2,4	6,7	6,5	6,2	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,7	4,5	4,4
2,5	6,9	6,6	6,3	6,1	5,9	5,6	5,4	5,3	5,0	4,9	4,8	4,6	4,5
2,5	7,0	6,7	6,4	6,2	6,0	5,7	5,5	5,4	5,1	5,0	4,9	4,7	4,6
2,6	7,3	7,0	6,7	6,4	6,2	5,9	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9	4,7
2,8	7,9	7,6	7,2	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1
3,0	8,4	8,1	7,7	7,4	7,2	6,9	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,5



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

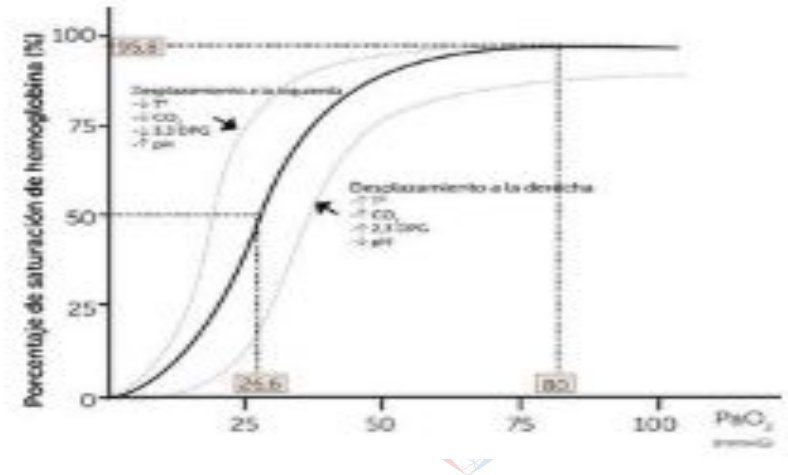


# Variables:

Hipotermia ligera o normotermia: 34°- 36 °C

Hipotermia: 28 °C

Limitar la temperatura de recalentamiento a **>37°C (I C)** para evitar hipotermia cerebral o limitar el **gradiente entre la temperatura arterial y la venosa a 10°C** para evitar embolismos gaseosos (I C)



# Minimización de circuitos

cebado: 600-900 ml

Cebado retrógrado autólogo (RAP) - Clase I Nivel BR-

**Transfundir:**

**Hb > 6 gr/dl (clase I nivel C)**

**HTO 18-24% 0 se incapaz de mantener una DO<sub>2</sub> óptima para cubrir las demandas de oxigenación tisular (Clase IIb, nivel B) con apoyo de la tromboelastografía (TEG) / tromboelastometría (ROTEM)**

**Hemodilución normovolémica aguda (ANH) Clase IIA** implica la extracción de 1 a 3 unidades de sangre del paciente antes de la heparinización: es una técnica infrautilizada por falta de protocolos, aunque es beneficioso combinar la ANH con el RAP considerando evitar la anemia profunda durante la CEC

**Circulación Extracorpórea Mínimamente invasiva o CCEMI (Clase I Nivel B-NR)**

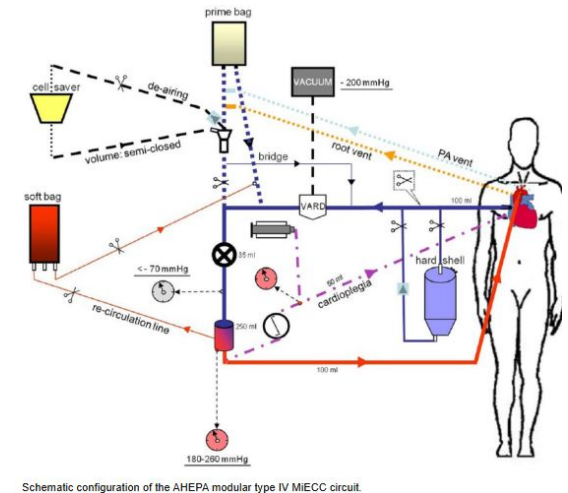
La anemia dilucional secundaria es un factor independiente de la IRA. El aporte de oxígeno depende del flujo arterial de Oxígeno (CaO<sub>2</sub>) y está directamente relacionado con el nivel de hemoglobina fijando un límite de aporte crítico de oxígeno 280 ml/min/m<sup>2</sup>



## MIECC: una perfusión “más fisiológica”

Tubos cortos, superficies biocompatibles, bombas centrífugas, oxigenadores de bajo cebado con filtro arterial incorporado y drenaje venoso asistido. Conducción de la perfusión PDG. Integración multidisciplinaria de las tres partes del equipo. La perfusión pasa de ser una técnica a una práctica clínica.

## Minimizar la hemodilución y optimizar la biocompatibilidad.



# Diagrama del proceso para la progresión de la MIECC

La EACTS/EACTA integraron los sistemas MIECC como una estrategia para el mantenimiento de la hemostasia y la gestión de la conservación de la sangre en cirugía cardíaca de adultos.

**Reduce la incidencia de fibrilación auricular posoperatoria y mejora la protección renal y miocárdica (Clase IA)**

**Atenúa la respuesta inflamatoria sistémica,**

**Reduce la microembolización gaseosa cerebral y preserva la función de los órganos terminales (Clase IIB).**

**Presión arterial media más alta para cualquier flujo dado, así como una resistencia vascular sistémica cercana a los valores normales, en consecuencia hay una menor necesidad de fármacos vasoactivos.**

**mantiene la integridad de la microcirculación y reduce la respuesta inflamatoria,** la cual mejora aún más a las 24 horas después de la cirugía cardíaca.

**La hemodilución es significativamente menor,** mejora la recuperación del flujo sanguíneo microcirculatorio, lo que conduce a una restauración más rápida del flujo sanguíneo microvascular nutritivo.

Hay una mejor **protección de los órganos diana** con mayor beneficios clínicos.

Estrategia perioperatoria multidisciplinaria basada en la GDP al tiempo que incorpora una monitorización en línea exhaustiva y una regulación intraoperatoria continua del tratamiento ofrecido. Integra un circuito de CPB a un sistema a un procedimiento multidisciplinario que involucra y unifica a las tres partes interesadas del equipo quirúrgico para obtener el máximo beneficio,



# Protocolos de protección orgánica

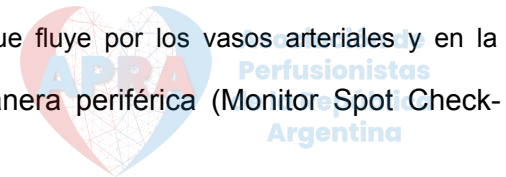
**Objetivo:** minimizar el estrés en órganos vitales

- **Riñón: Evitar vasoconstrictores** para evitar no reducir el flujo sanguíneo a los riñones y **limitando el uso de diuréticos** y utilizarlos cuando sea estrictamente necesario ya que pueden afectar la función renal y evitar el uso de manitol
- **Cerebro: hipotermia controlada** (Bajar la temperatura corporal del paciente a niveles moderados (hipotermia) ayuda a proteger el cerebro durante la etapa circulatoria y perfusión cerebral selectiva: **perfusión cerebral anterógrada** con parada circulatoria para perfundir directamente el cerebro y mantenerlo irrigado y oxigenado para prevenir daño neurológico en cirugías complejas como las del arco aórtico



# Medición continua del flujo sanguíneo

- **Espectroscopía de Infrarrojo (NIRS):** mide la saturación de oxígeno en una región tisular como el cerebro de forma no invasiva evaluando la disponibilidad y el consumo de oxígeno - oxigenación cortical regional o frontal, entre la arteria cerebral anterior y medial que proviene de la materia gris de la corteza cerebral. La  $rSO_2 < 50\%$ . (oxigenación cortical regional) requiere intervención terapéutica y normalmente se del 55-80%, pero en pacientes coronarios o pediátricos es de  $<42\%$  -45%. Se han encontrado varios estudios que demuestran la asociación de desaturación cerebral de oxígeno intraoperatoria y la disfunción cognitiva posoperatoria, ACV y estancia hospitalaria prolongada.
- **BIRS (Índice biespectral- oximetría cerebral):** mide la actividad eléctrica del cerebro mediante un electroencefalograma procesado por un algoritmo, evalúa la profundidad anestésica y detecta problemas de hipoperfusión o disfunción cerebral. Valor: escala 0-100 indica el nivel de consciencia. en cirugía los valores deseados oscilan entre 40 y 60..
- **Saturación venosa mixta (SVO2):** mide el porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno en la sangre venosa mixta, ofreciendo una visión general de la entrega y el consumo de oxígeno en todo el cuerpo.
- **Medición continua de flujo arterial y sanguíneo:** mide de manera continua el volumen de sangre que fluye por los vasos arteriales y en la circulación sanguínea. evalúa la perfusión tisular.
- Para neonatos se encuentran disponibles minisondas que miden la oxigenación tisular de manera periférica (Monitor Spot Check-Hutchinson)



# Hemoadsorción

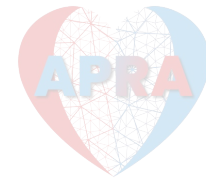
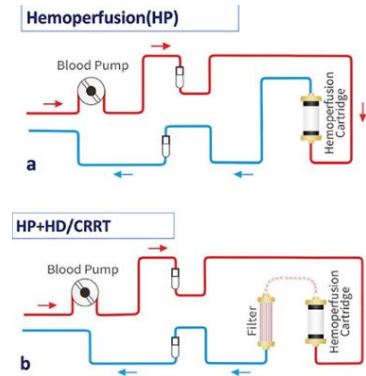
La hemoadsorción es una terapia extracorpórea que utiliza filtros adsorbentes especializados para eliminar sustancias nocivas, como citocinas y toxinas, de forma selectiva o no selectiva, del torrente sanguíneo del paciente.

Los sorbentes tienen forma de gránulos, perlas o fibras, con un diámetro que varía de **50  $\mu\text{m}$  a 1,2 cm**. A medida que la sangre o el plasma circulan a través del lecho sorbente, los solutos se eliminan por adsorción, que ocurre en las superficies de las perlas.

Los cartuchos sorbentes se utilizan solos o se colocan en la parte proximal de un circuito de hemofiltración. Las terapias de hemoadsorción tienen aplicaciones clínicas en varias **condiciones hiperinflamatorias sistémicas, incluyendo sepsis/choque séptico, choque vasopléjico no infeccioso (como en cirugía cardíaca), síndrome de dificultad respiratoria aguda, enfermedad por coronavirus-19 (COVID-19), multitrauma, rabdomiólisis, quemaduras graves, pancreatitis aguda grave, eliminación de fármacos para reversión antitrombótica y ECMO para la prevención de un estado hiperinflamatorio.**



JORNADA DE PERFUSIÓN - Cipolletti 2025



Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

# Conclusiones

La evolución de una técnica a una terapia multidisciplinaria es la realidad actual de la perfusión, la cual debe ir acompañada de capacitación continua e investigación para hacer la CEC cada vez más fisiológica en beneficio de nuestros pacientes.







Asociación de  
Perfusionistas  
de la República  
Argentina

JORNADA DE PERFUSIÓN - Cipolletti 2025