



Transporte y consumo de oxígeno: perspectiva macrocirculatoria

Gonzalo Leoz Abellanas

F.E.A. Medicina Intensiva

Talavera de la Reina

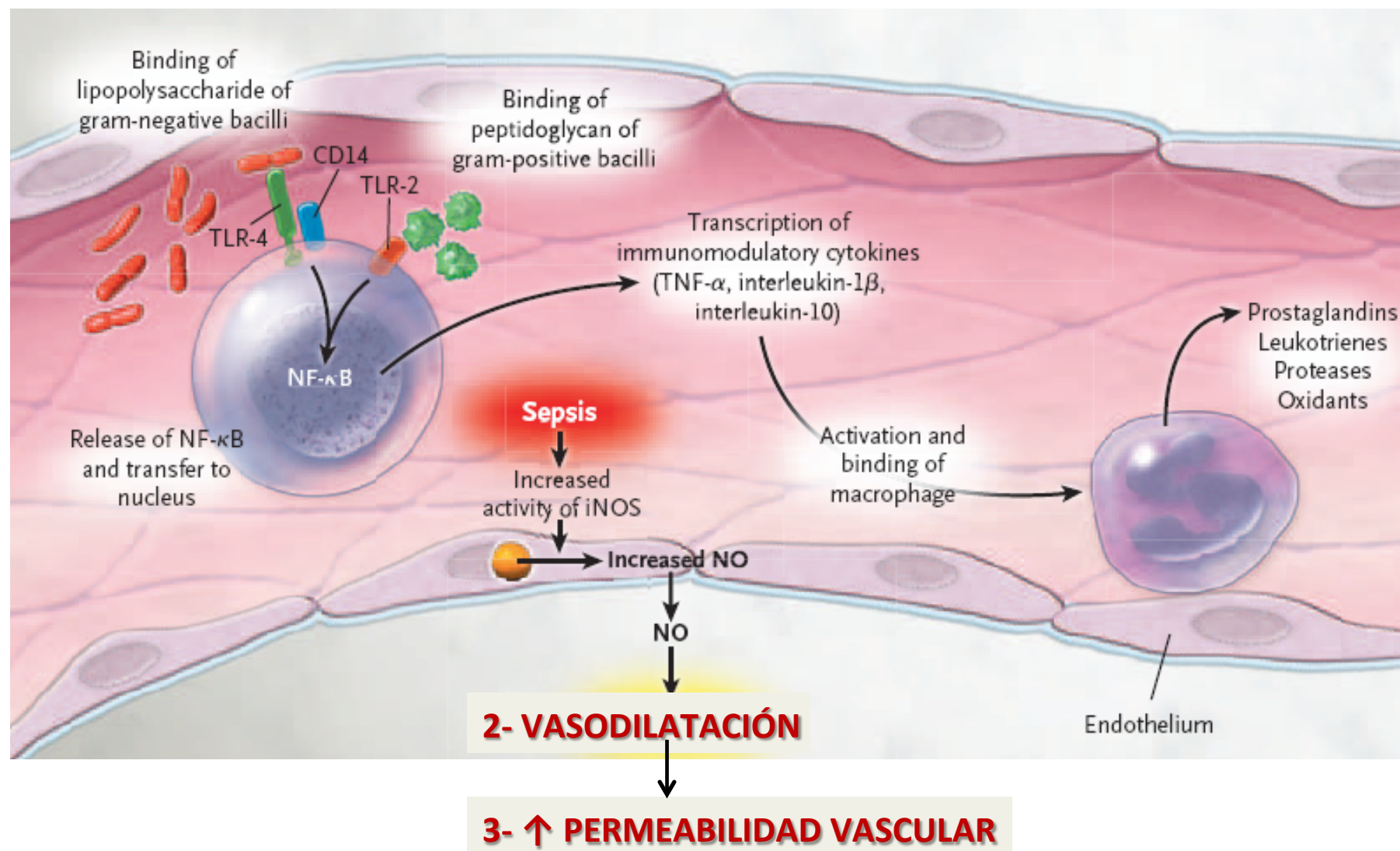


¿Cuál es el órgano diana de la Medicina Intensiva?

¿Cuál es el síndrome principal manejado por la Medicina Intensiva?

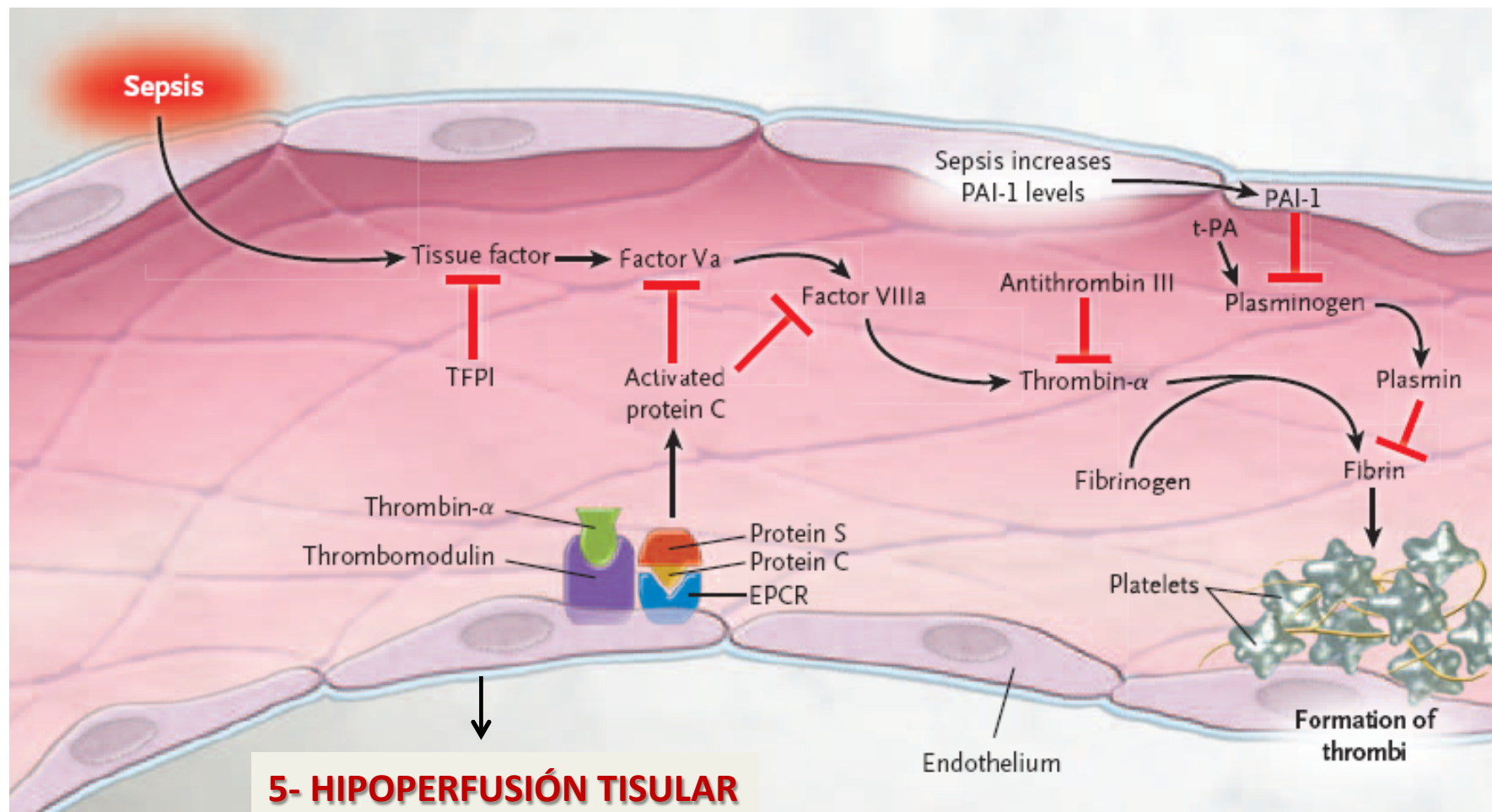
INTRODUCCIÓN: ENDOTELIO y SRIS

1- AGRESIÓN: Sepsis; Trauma; Quemado; Cirugía; SCA; PAG; etc.



INTRODUCCIÓN: SRIS Y ENDOTELIO

4- ESTADO PROCOAGULANTE

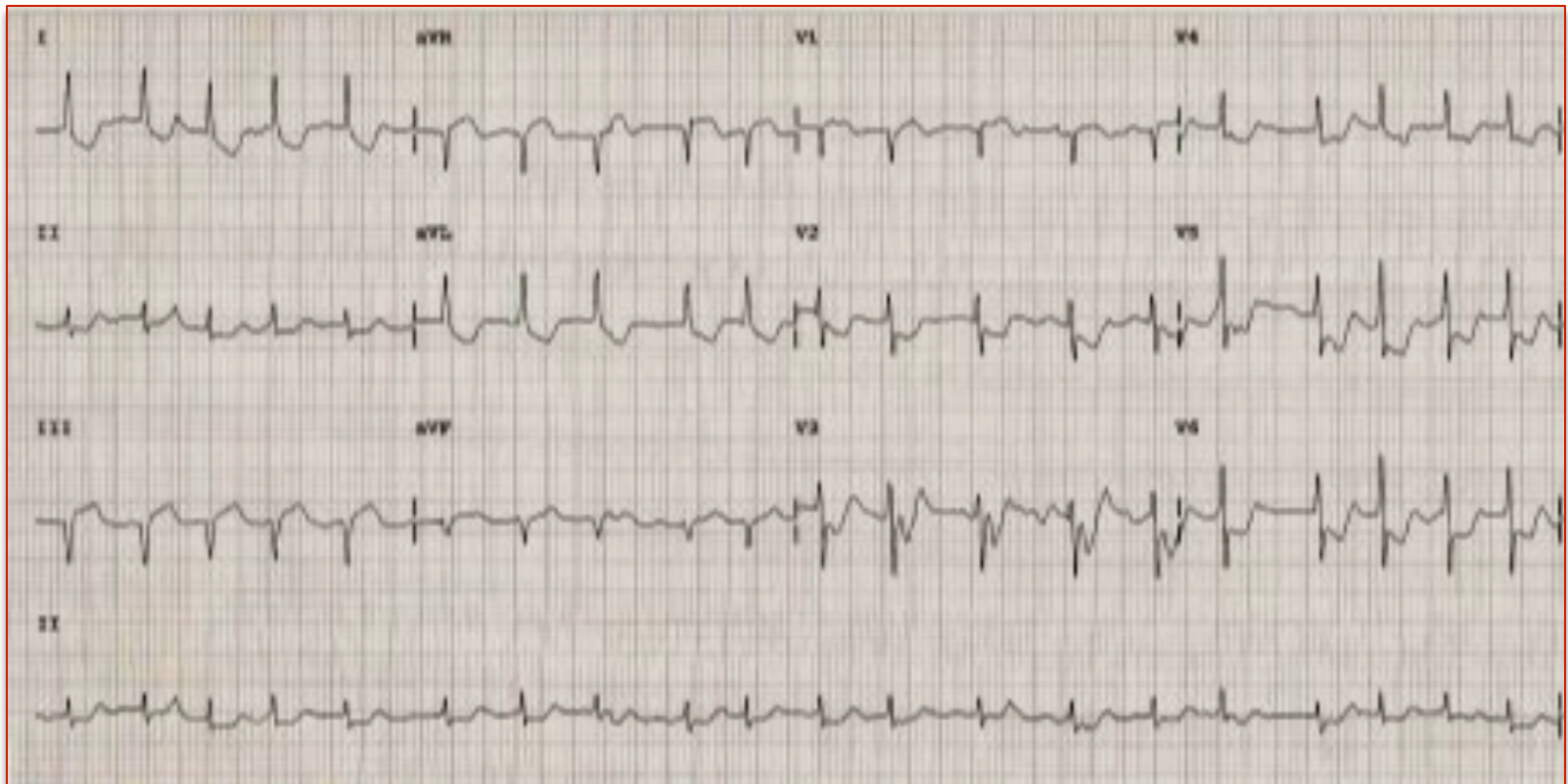


5- HIOPERFUSIÓN TISULAR

6- DISFUNCIÓN MULTIORGÁNICA: hTA, SDRA, LRA, SCA...

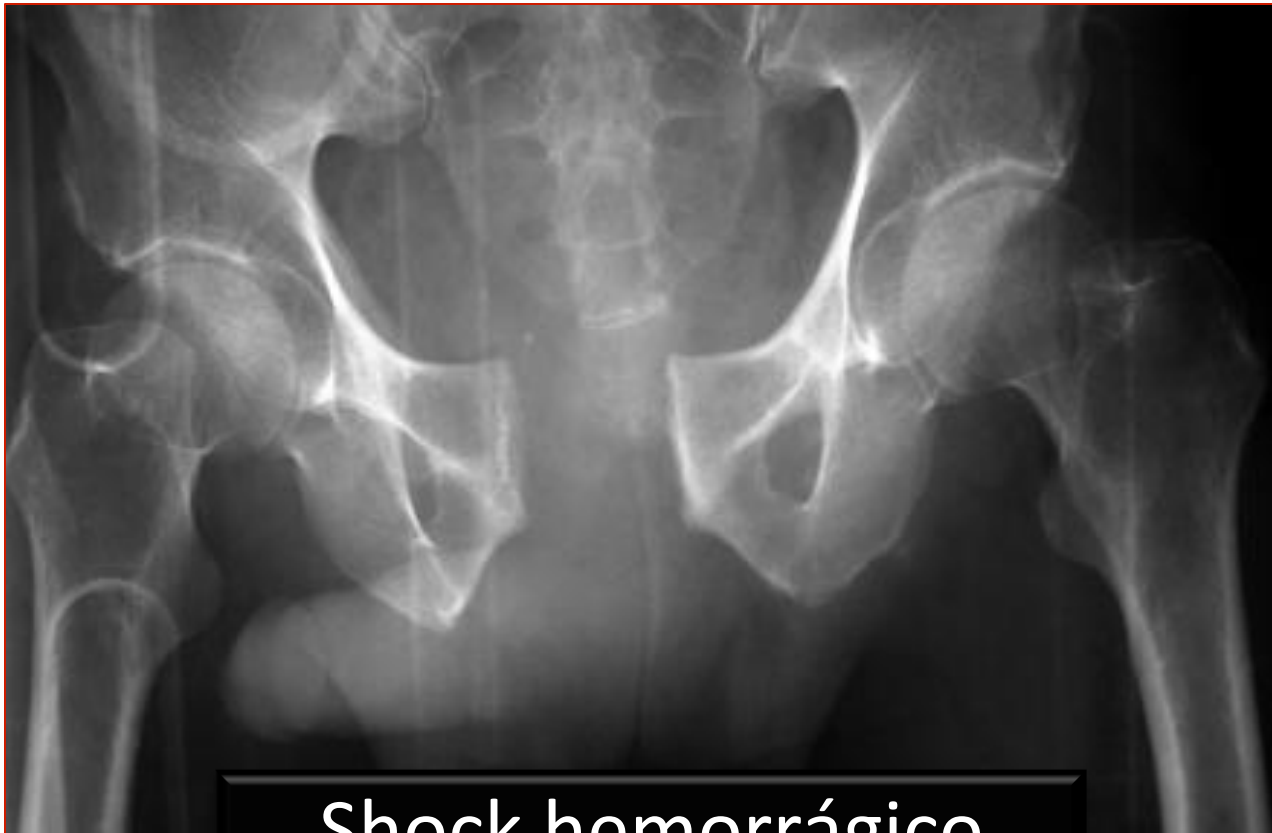
CASO CLÍNICO

- ♂ 66 A. Precipitación de 3-4 metros.
- TA 125/65 mmHg; FC 125 lpm; FR 30 rpm; SaO₂ 98% (FiO₂ 28%); T^a 36 °C; BMT 150 mg/dL).
- GCS = 15. Sudoroso. Intranquilo.

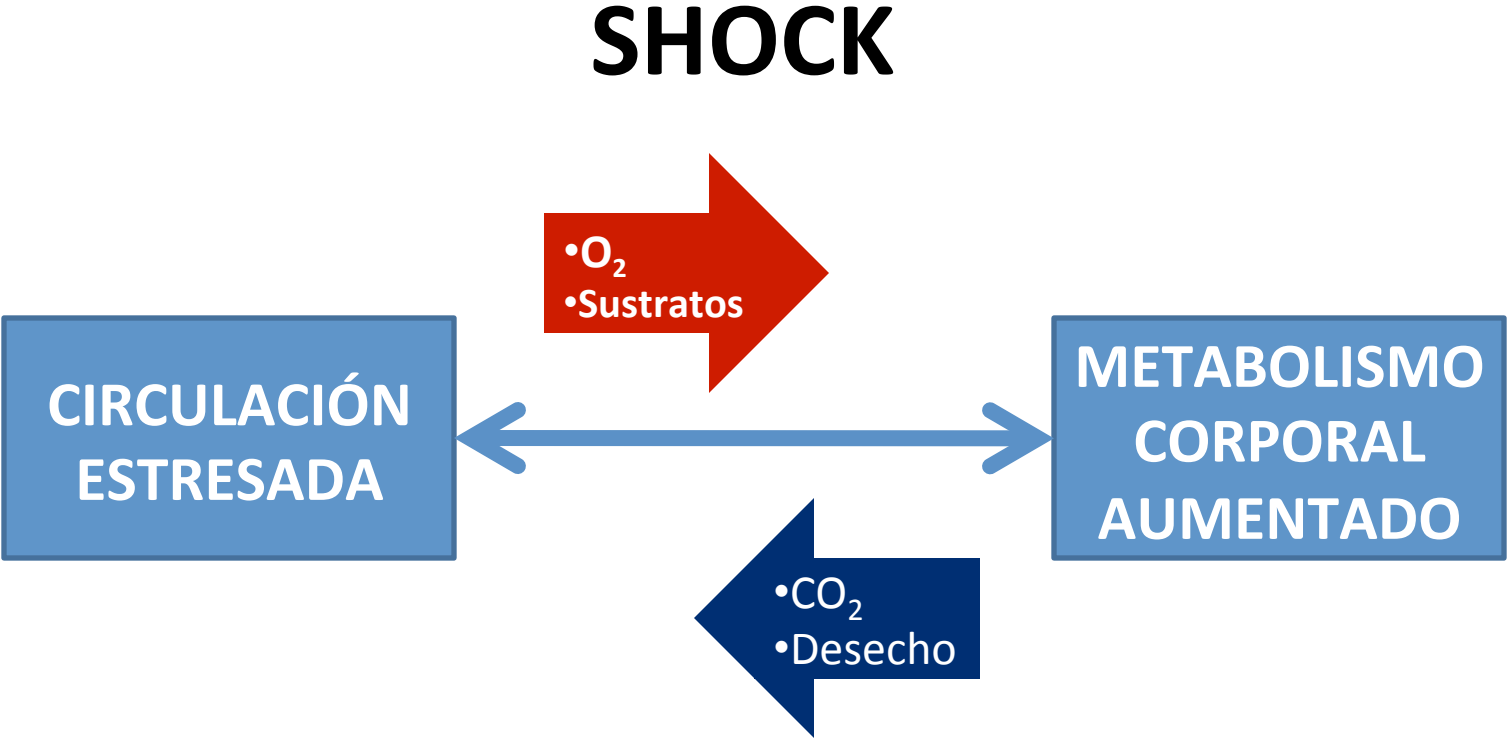


CASO CLÍNICO

- **BQ:** Cr 0,9 mg/dL; Urea 55 mg/dL; Na⁺ 143 mEq/L; K⁺ 4 mEq/L; Cl⁻ 105 mEq/L; Br 1 mg/dL; Tn-I 2,4 ng/dL.
- **HG:** Leuc 13.400 (82% N); Hb 9 g/dL; Hto 28%; Pla_q 240.000.
- **Coagulación:** AP 85%; TTPA 36"; Fib 200 mg/dL.
- **GA:** pH 7,36; PaCO₂ 25; PaO₂ 90; EB(b) -7 mmol/L; Lac 5 mmol/L; Hb 7 g/dL; Hto 22%

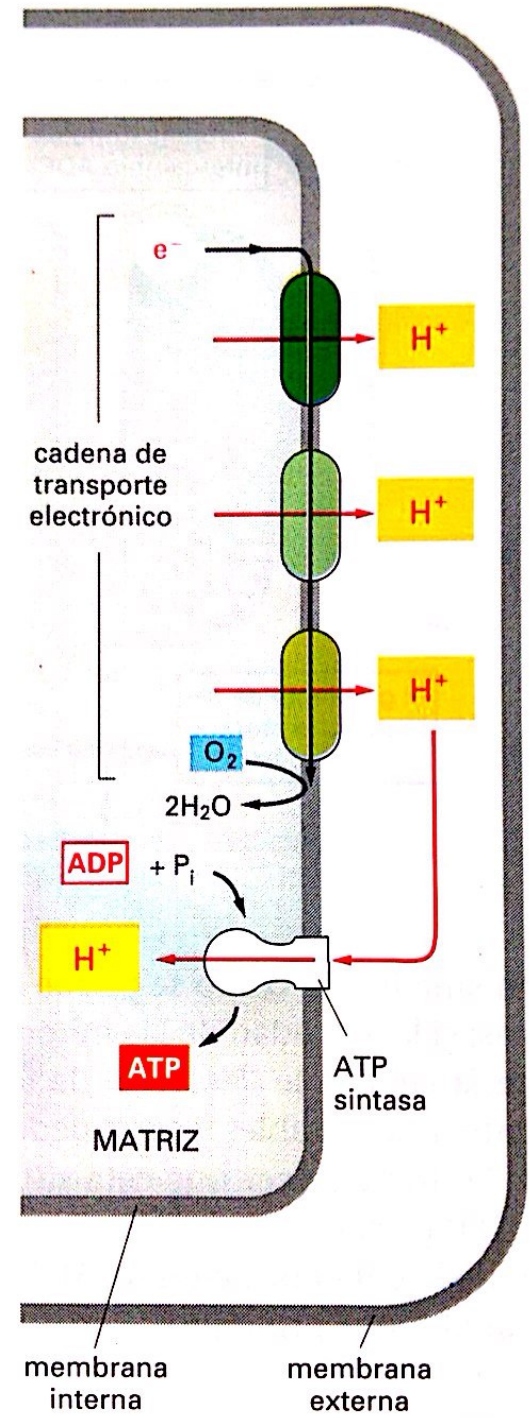
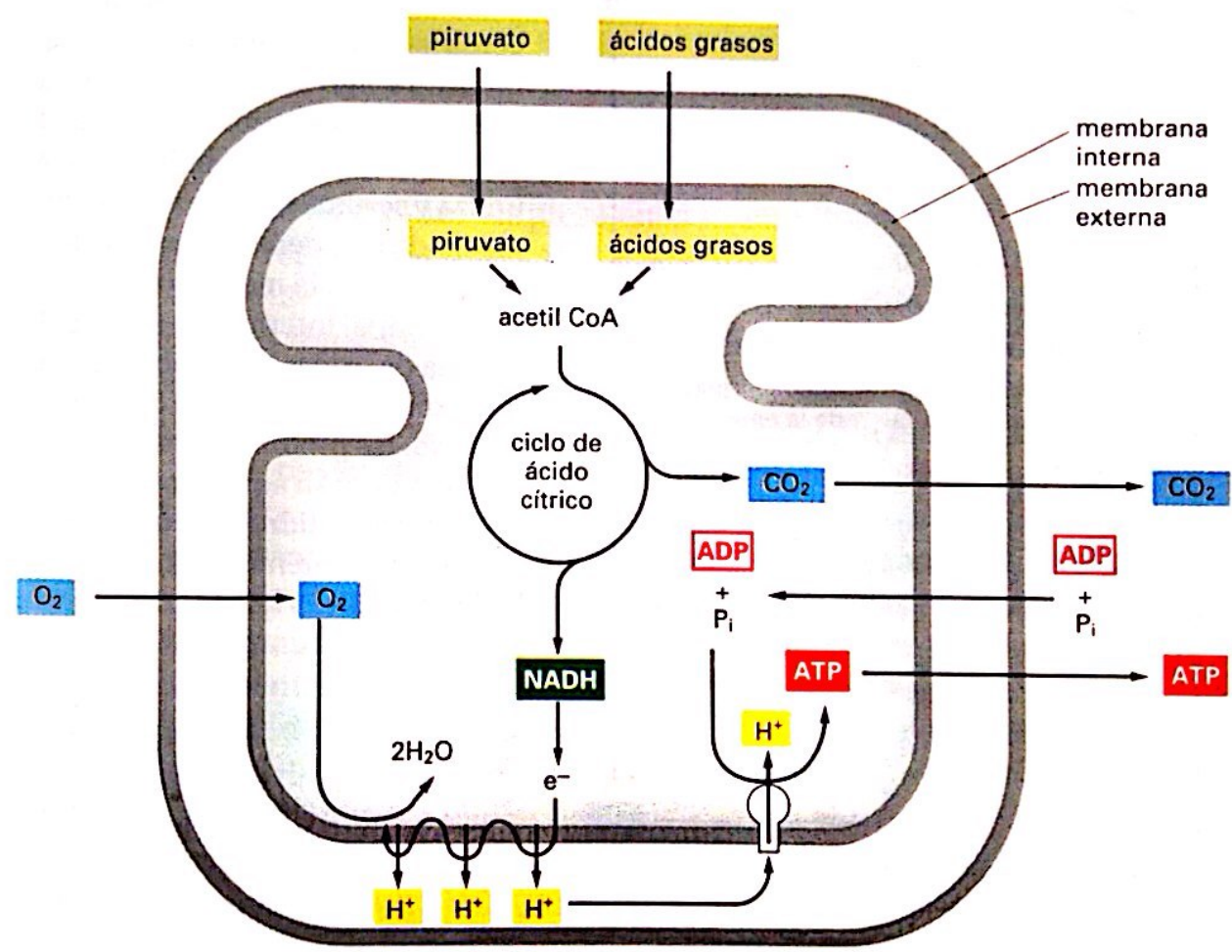


Shock hemorrágico

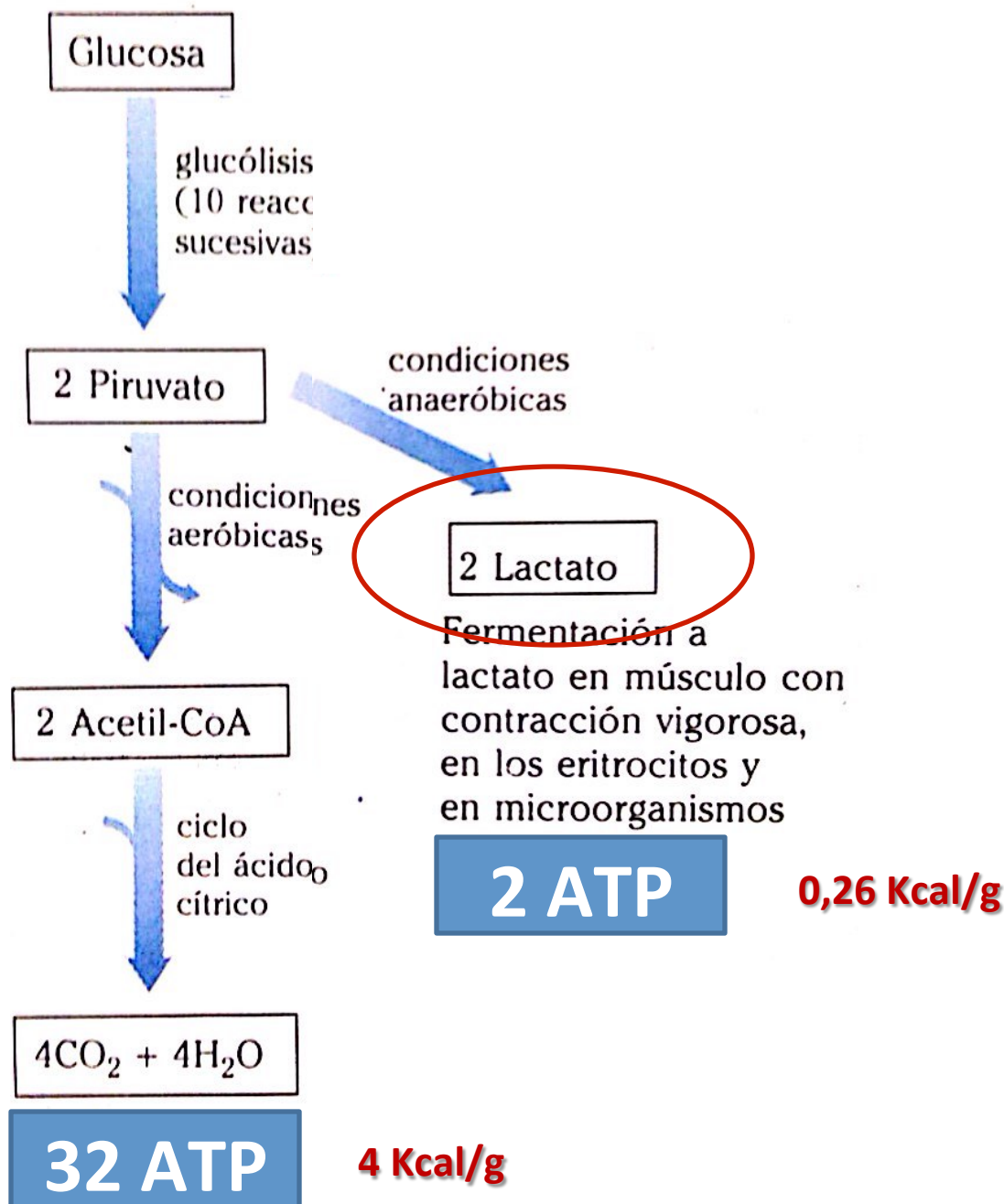


HIPOXIA TISULAR

RESPIRACIÓN MITOCONDRIAL

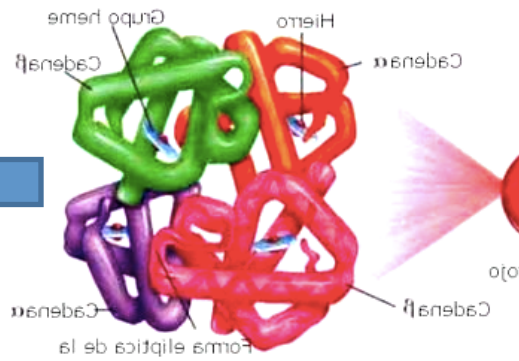
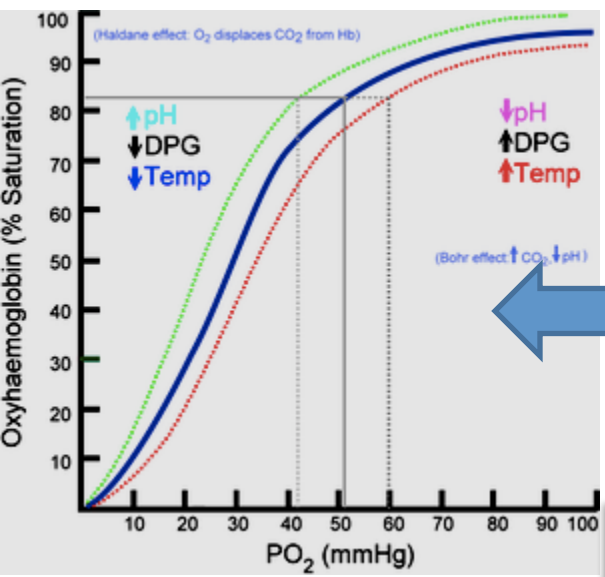


GLUCOLISIS

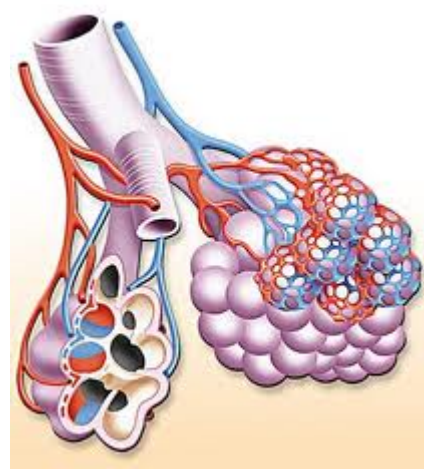


ENTREGA DE O₂ (DO₂)

Entrega de O₂ = Gasto cardiaco x Contenido arterial de O₂ (DO₂) (GC) (CaO₂)



1,38 mL O₂ / g Hb

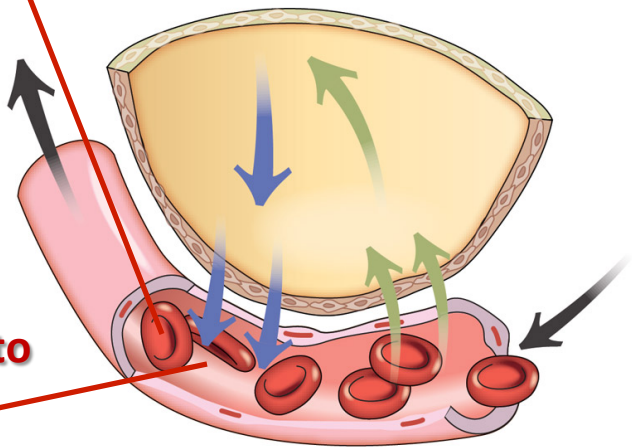


Unido a Hb

CaO₂ = (1,34 x [Hb] x SaO₂) + (0,003 x PaO₂)

0,003 mL O₂ / mmHg PaO₂

Disuelto



$$CaO_2 = (1,34 \times [Hb] \times SaO_2) + (0,003 \times PaO_2)$$

TABLE 2.3. RELATIVE INFLUENCE OF ANEMIA AND HYPOXEMIA ON ARTERIAL OXYGENATION			
Parameter	Normal	Hypoxemia	Anemia
PaO ₂	90 mm Hg	45 mm Hg	90 mm Hg
SaO ₂	98%	80%	98%
Hb	150 g/L	150 g/L	75 g/L
CaO ₂	200 mL/L	163 mL/L	101 mL/L
% change in CaO ₂		18.6%	49.5%
<i>PaO₂</i> = arterial oxygen pressure, <i>SaO₂</i> = arterial oxygen saturation, <i>Hb</i> = hemoglobin, <i>CaO₂</i> = arterial oxygen concentration.			

Monitorizar SaO₂ y Hb

CONSUMO DE O₂ (VO₂)

$$CaO_2 = (1,34 \times [Hb] \times SaO_2) + (0,003 \times PaO_2)$$

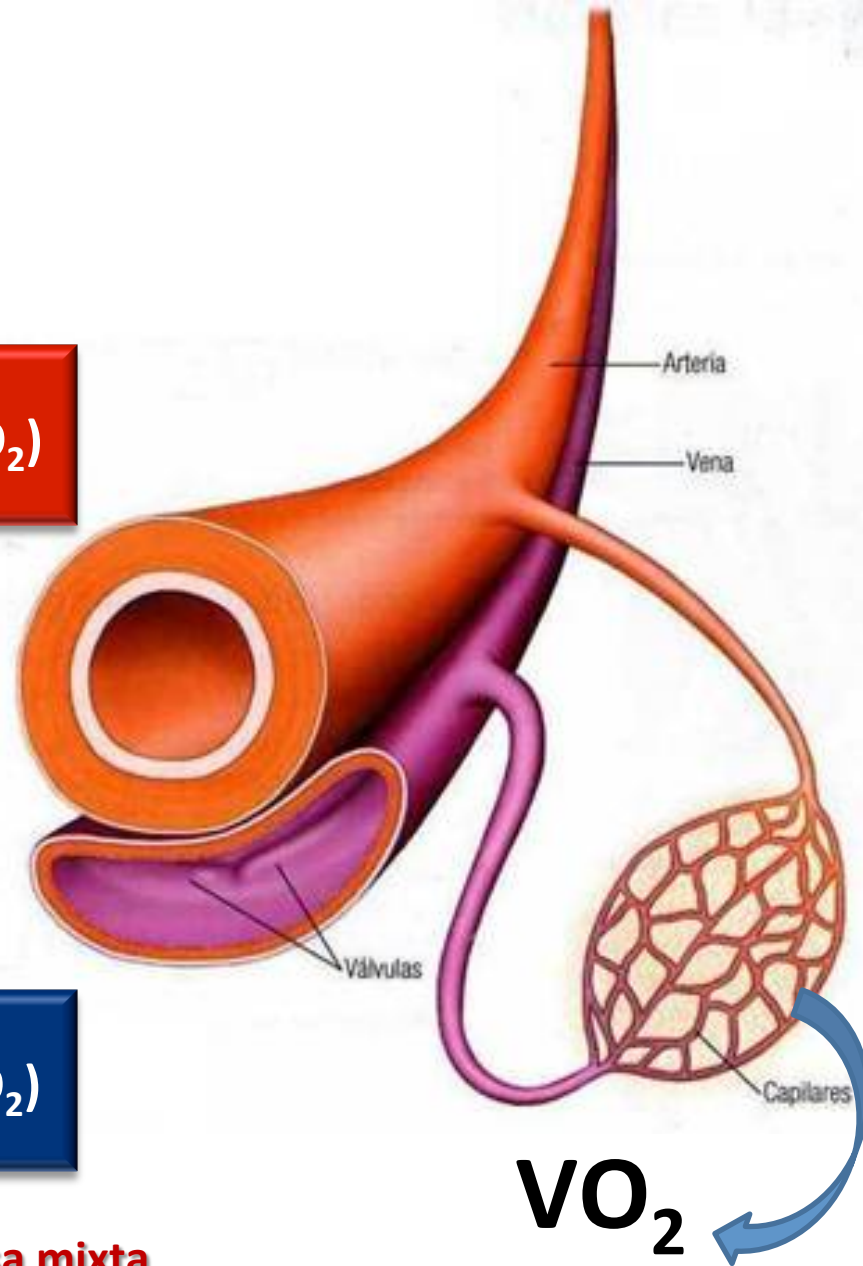
$$VO_2 = GC \times (CaO_2 - CvO_2)$$

[120-160 mL/min/m²]

$$CvO_2 = (1,34 \times [Hb] \times SvO_2) + (0,003 \times PvO_2)$$

Saturación venosa mixta

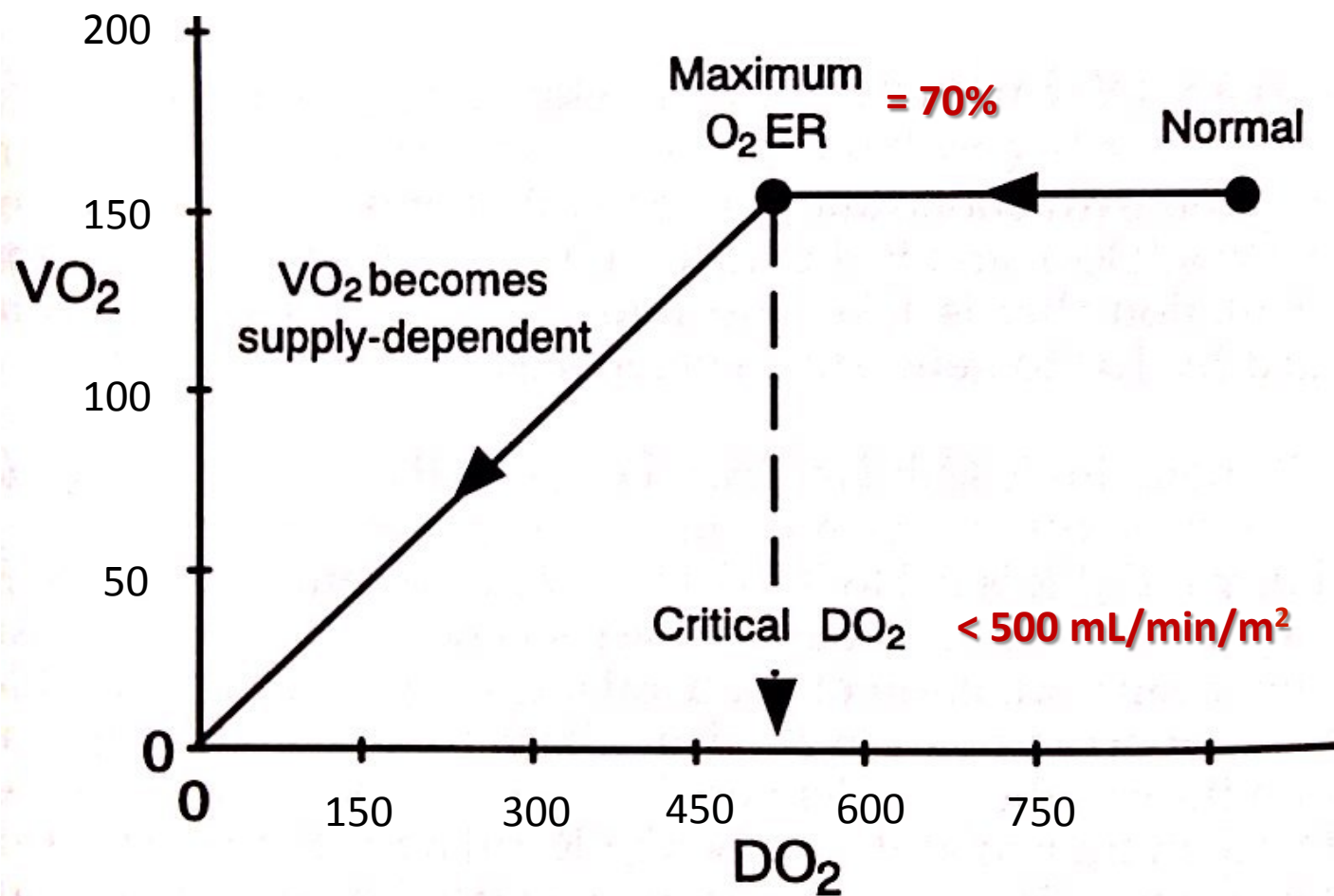
¿Cuál es el requerimiento metabólico de O₂ (MR_{O₂})?



TEJIDOS

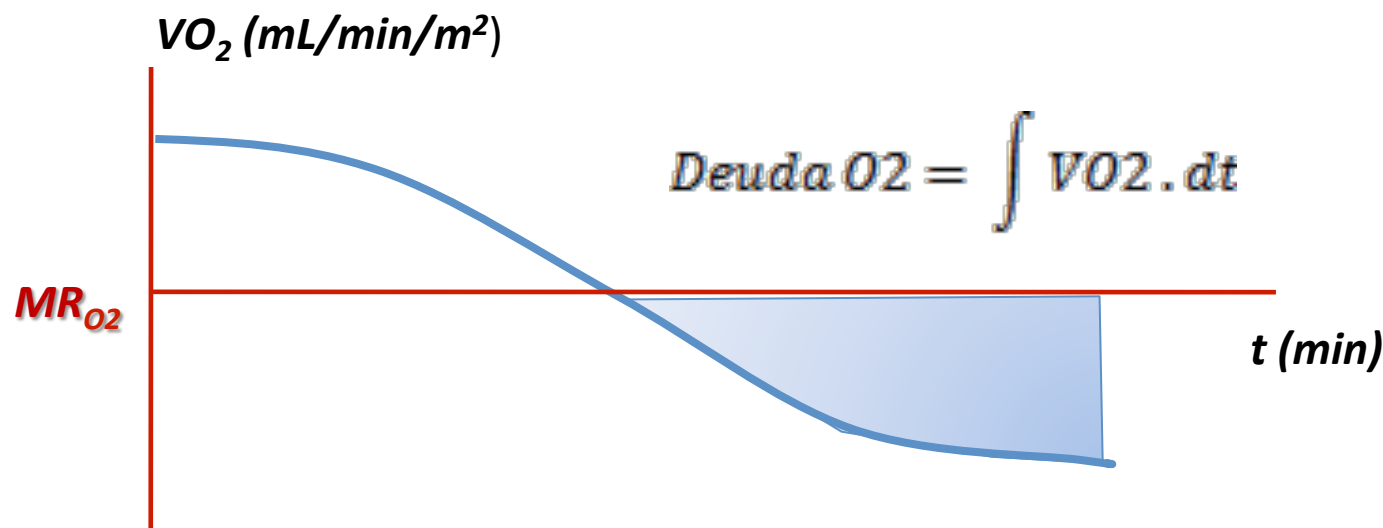
ACOPLAMIENTO $\text{DO}_2 - \text{VO}_2$

Tasa de extracción de $\text{O}_2 \rightarrow \text{EO}_2 = \frac{\text{VO}_2}{\text{DO}_2} \cdot 100\% \quad [22-30\%]$



DEUDA DE O₂

- ❑ Si $VO_2 \geq MR_{O_2} \rightarrow$ Metabolismo aerobio.
- ❑ Si $VO_2 < MR_{O_2} \rightarrow$ Disoxia (anaerobiosis).

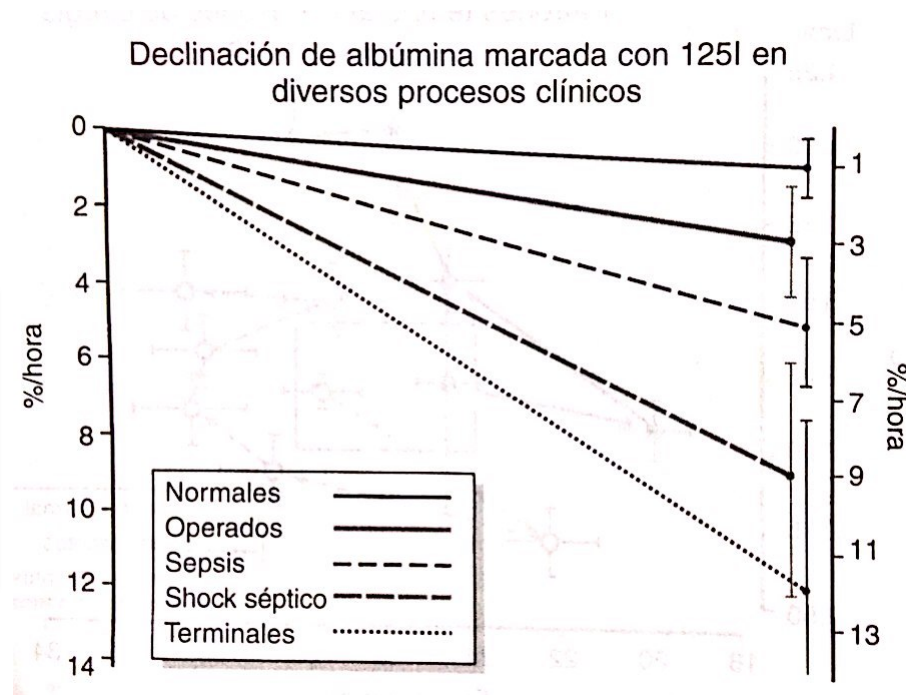
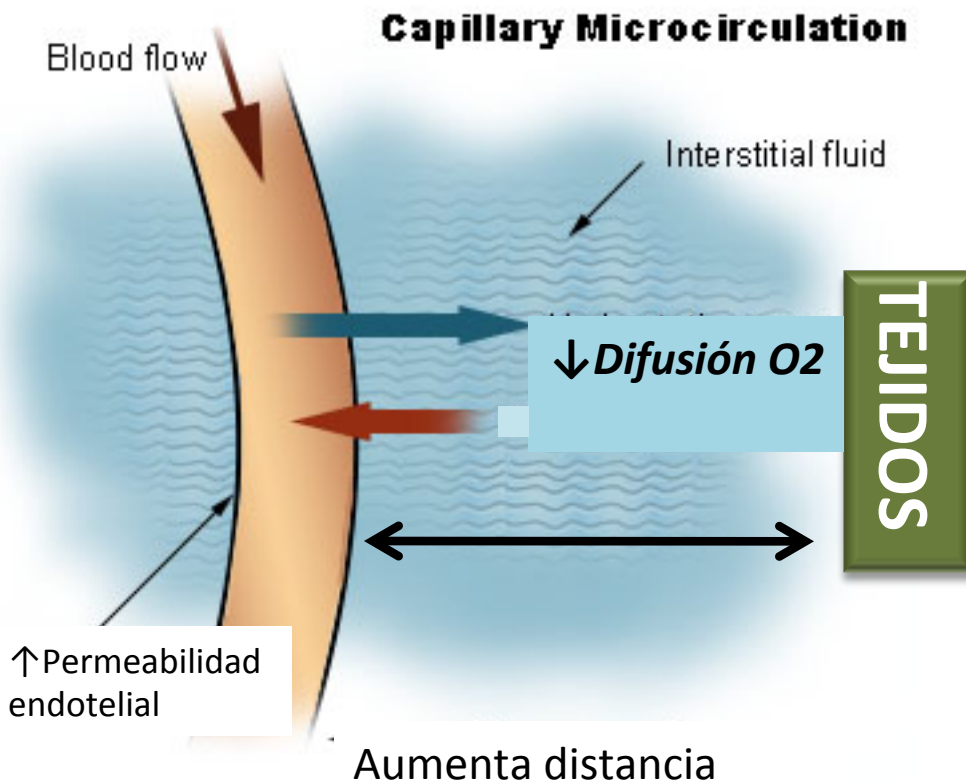


A pie de cama, la mejor forma de saber si existe deuda de O₂ es medir el lactato

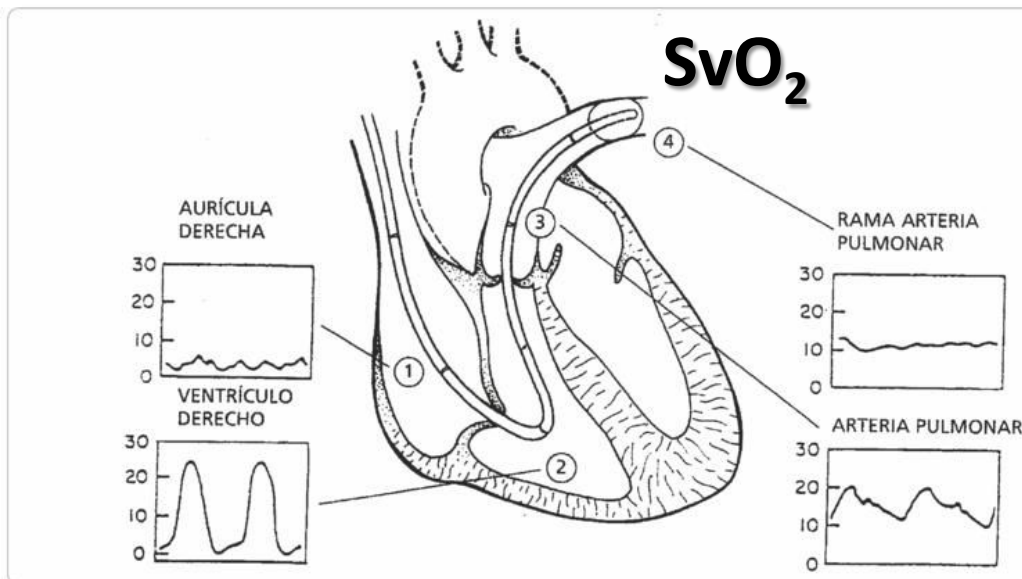
Lactato $\geq$ 4 mmol/L $\rightarrow$ Disoxia

Aparecerá deuda de O₂ en 3 escenarios:

1. ↓ DO₂ superando la EO₂ máxima.
2. ↑ MR_{O₂} (situación hipercatabólica).
3. ↓ EO₂ (edema intersticial).



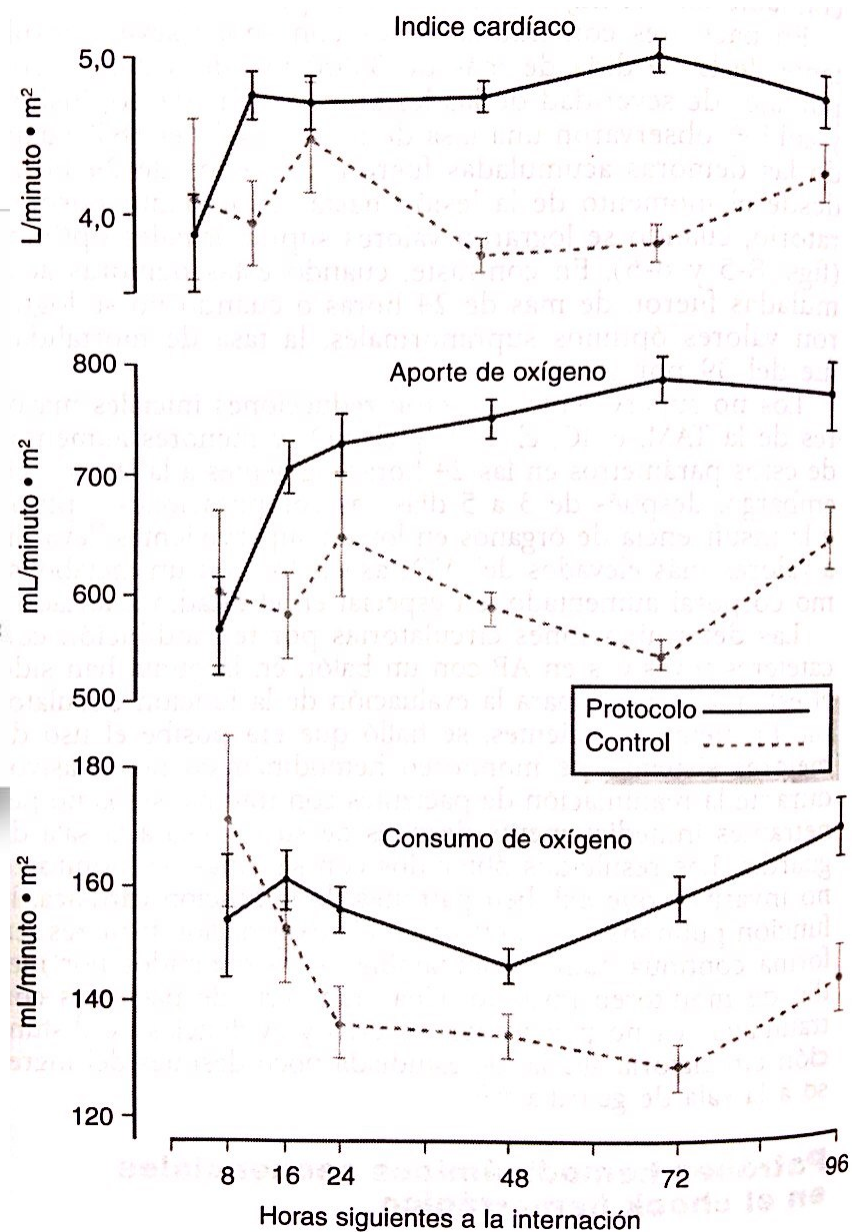
CATÉTER DE ARTERIA PULMONAR



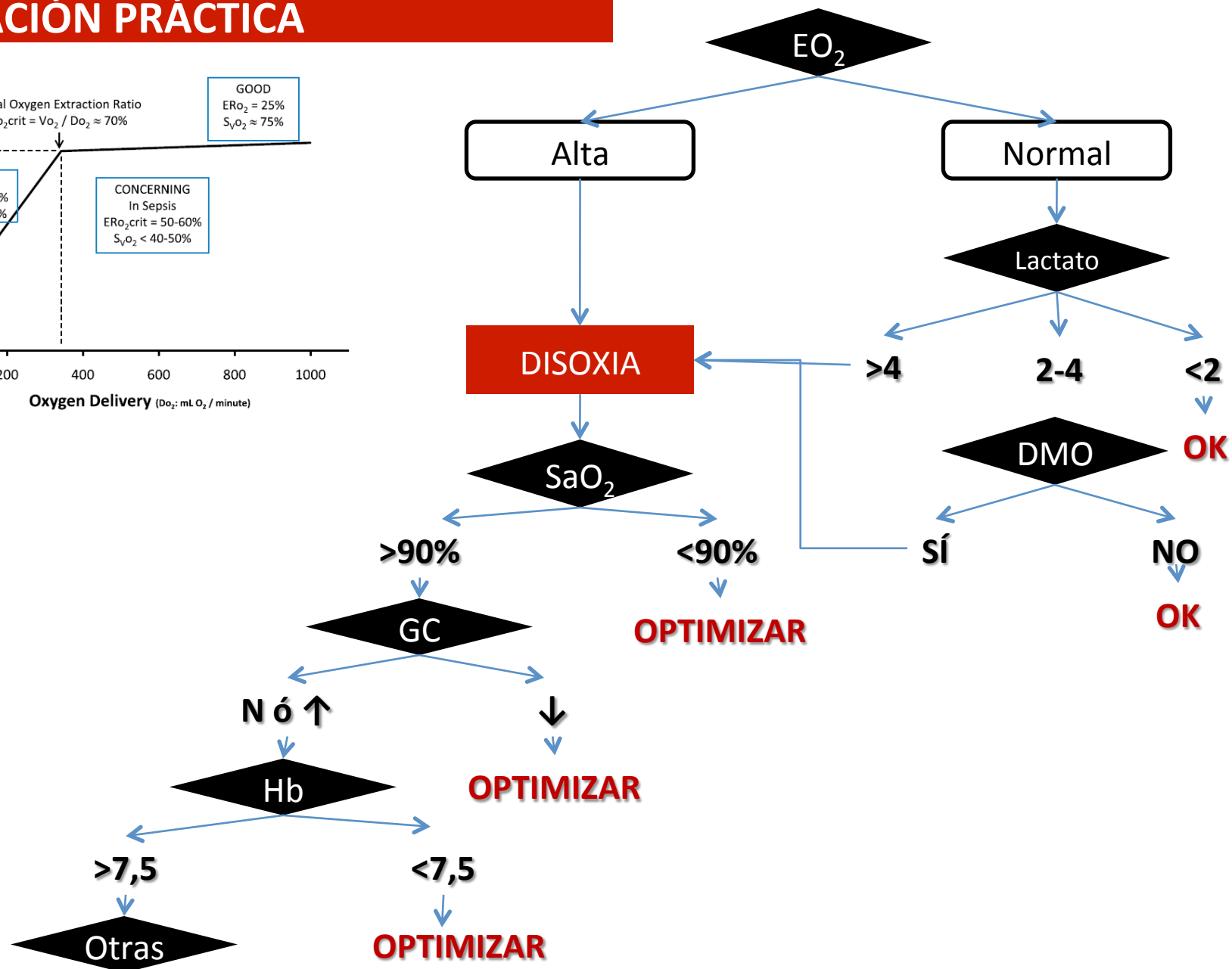
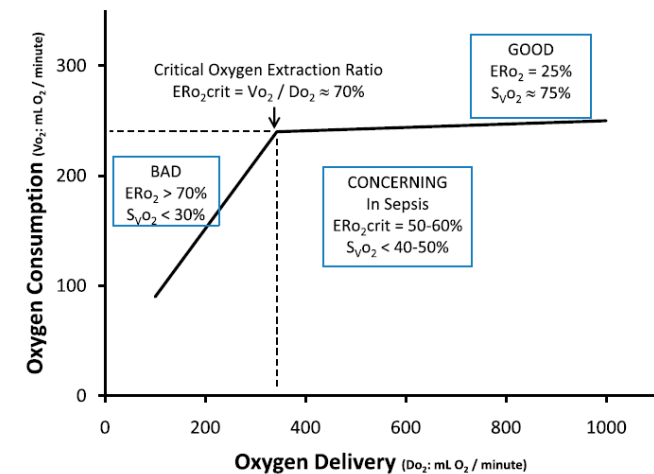
Alternativa

CATÉTER VENOSO CENTRAL (yugular/subclavio)

$ScvO_2$

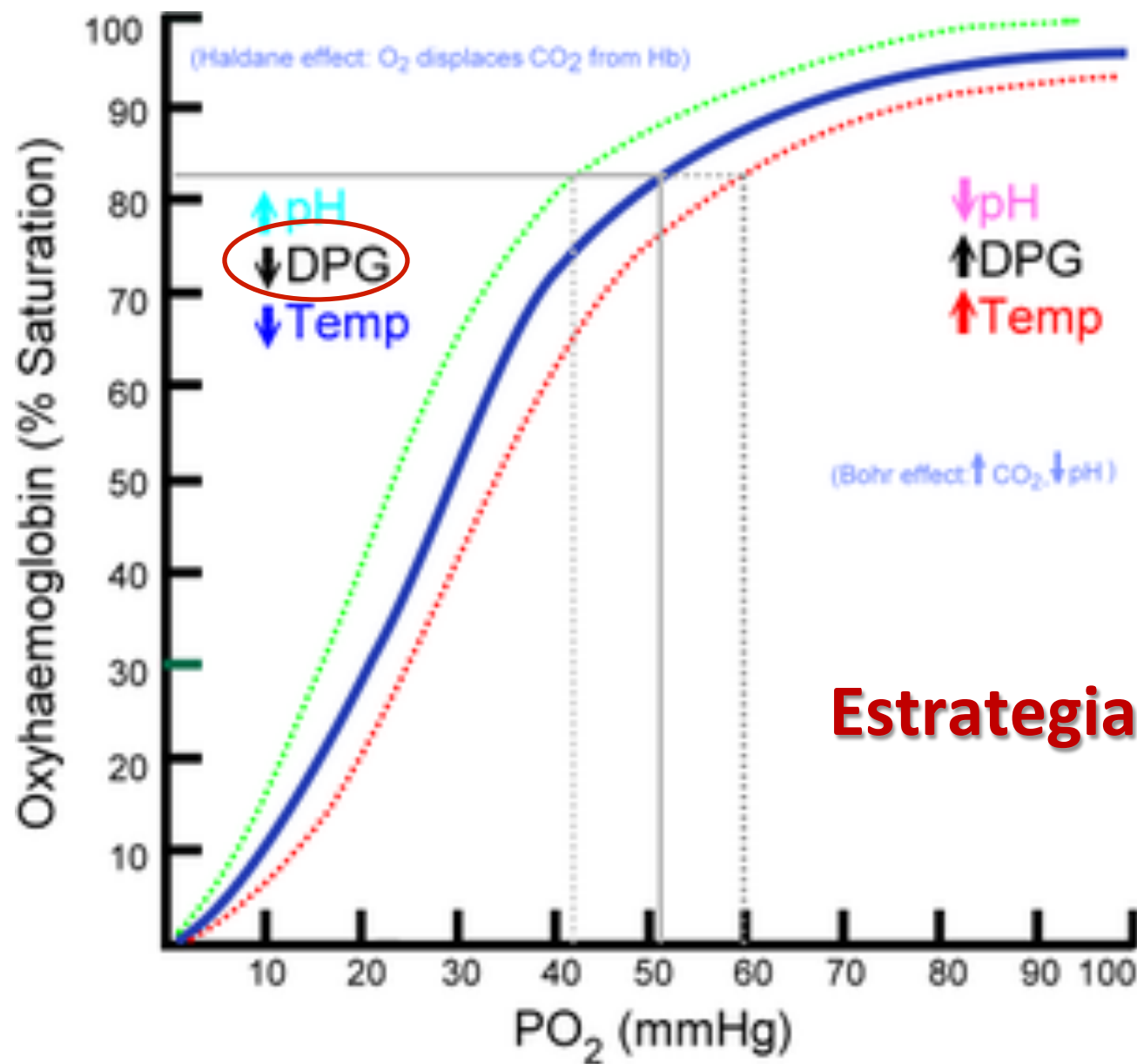


APLICACIÓN PRÁCTICA



- ↓MR_{O₂} (sedoanalgesia, VM, T_a, pH...)
- ↓Edema intersticial

¿HEMODERIVADOS PARA $\uparrow \text{CaO}_2$?



Estrategia restrictiva

$$VO_2 = GC \times (CaO_2 - CvO_2)$$

$$GC = \frac{VO_2}{(CaO_2 - CvO_2)}$$

Ecuación de Fick

$$GC \times CvO_2 = GC \times CaO_2 - VO_2$$

DaO_2

$$GC \times CvO_2 = DO_2 - VO_2$$

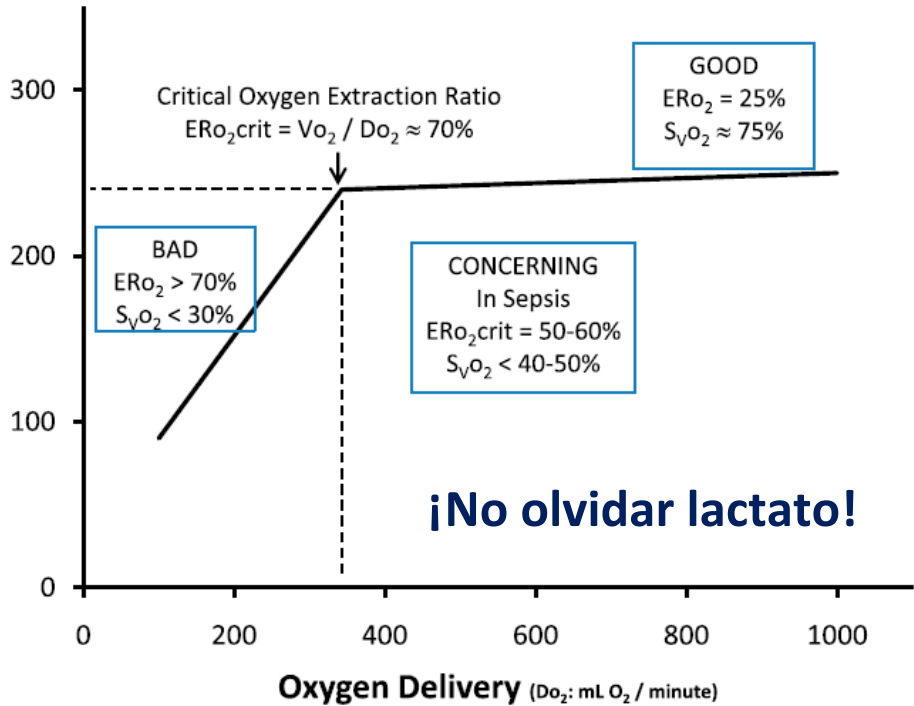
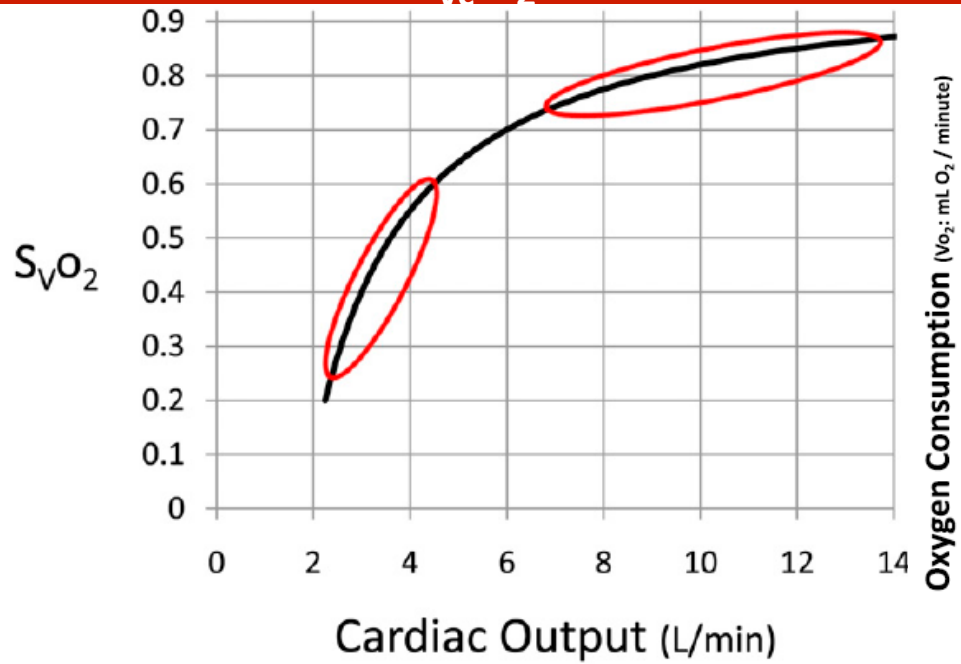
$$\frac{GC \times CvO_2}{DO_2} = \frac{DO_2}{DO_2} - \frac{VO_2}{DO_2}$$

$$\frac{CvO_2}{CaO_2} = 1 - EO_2$$

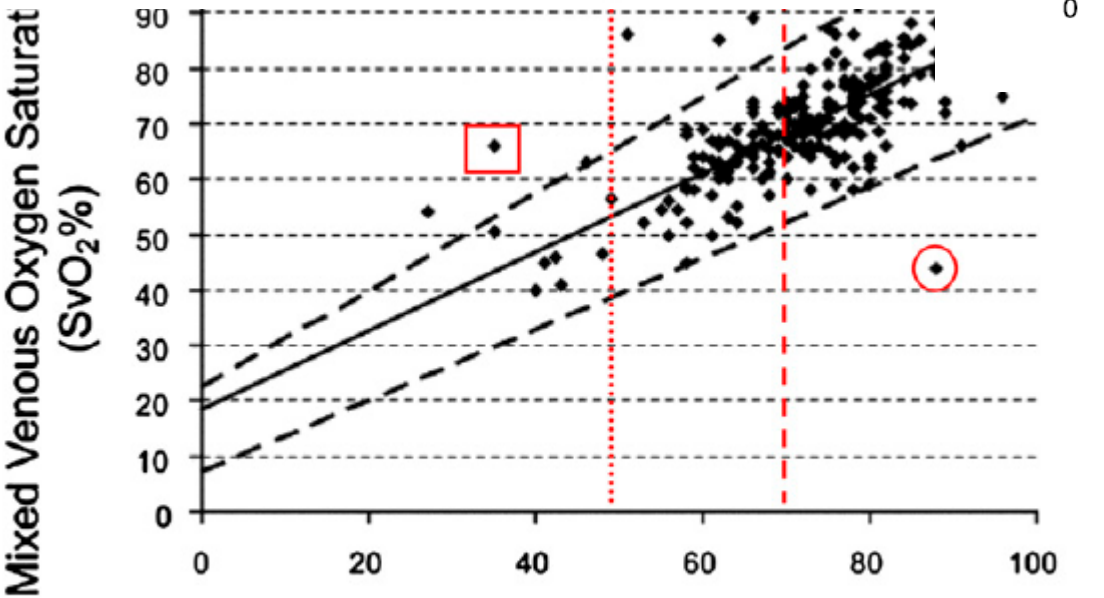
$$CxO_2 = SxO_2)$$

$$SvO_2 \cong 1 - EO_2$$

UTILIDAD DE LA $S_{vc}O_2$



¡No olvidar lactato!



$S_{vc}O_2$ 70-80%

Lactato < 2 mmol/L

Superior Vena Cava Oxygen Saturation ($S_{cvO_2}\%$)
N = 218 patients with acute lung injury

- El SRIS es la vía final común de la mayoría de la patología crítica.
- Si no tratamos correctamente un SRIS ocurrirá hipoxia tisular y shock, con DMO y muerte.
- El shock se produce cuando $VO_2 < MR_{O_2}$
- En el paciente crítico el VO_2 suele ser dependiente del DO_2 .
- La monitorización de $S_{vc}O_2$ y lactato permitirán un manejo precoz de la deuda de O_2 .
- El tratamiento de la deuda de O_2 incluirá la optimización del CaO_2 y el DO_2 , la reducción de la MR_{O_2} y la facilitación de la EO_2 .



¡MUCHAS GRACIAS!

gleoz@hotmail.com