

Valoración hemodinámica, de la MACRO a la microcirculación

*Bárbara Banacloche, R4 HGUA
Tutorizada por José Manuel González
UCI Hospital Materno-Infantil de Málaga*

Abril/2021



INDICE

- 1 A propósito de un caso clínico**
- 2 Definición de shock séptico**
- 3 Objetivo de la reanimación**
- 4 Síndrome de distrés mitocondrial.
Causas y fisiopatología**
- 5 Recuerdo anatomofisiológico de la microcirculación**
- 6 Alteraciones microcirculatorias durante la sepsis**
- 7 Técnicas de valoración de la microcirculación**
- 8 Conclusiones**
- 9 Bibliografía**

A PROPÓSITO DE UN CASO CLÍNICO...



**¿CUÁL HA
PODIDO
SER LA
CAUSA DEL
FMO?**

SHOCK O INSUFICIENCIA CIRCULATORIA

Desequilibrio entre el aporte y consumo de oxígeno: Disoxia tisular

Deterioro del funcionamiento celular

Este fenómeno mantenido en el tiempo condiciona el desarrollo de fracaso multiorgánico



¿De qué depende la llegada de oxígeno a las células?

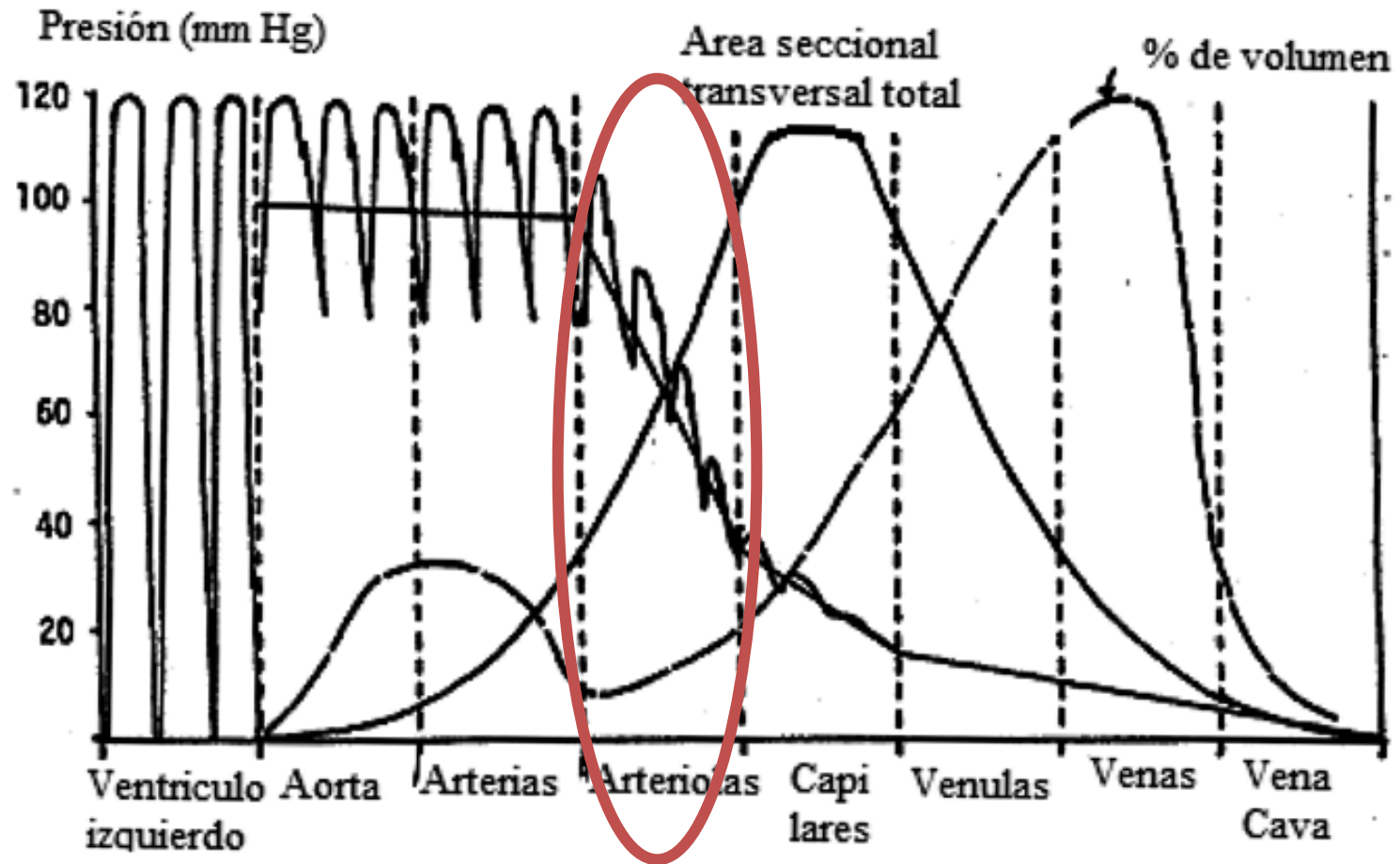
Presión de perfusión del tejido suficiente

Transporte adecuado de O₂

**Gasto cardíaco
Contenido arterial de oxígeno**

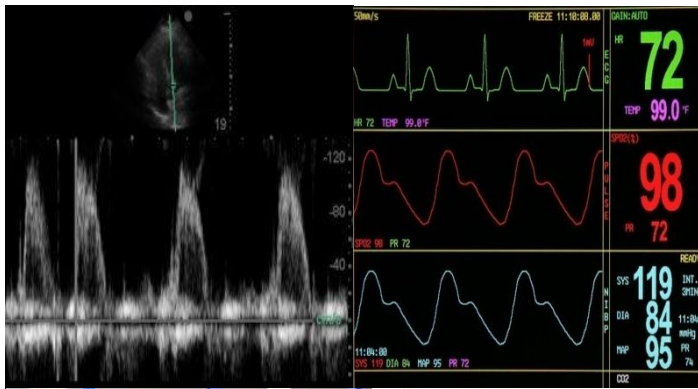


PRESIÓN DE PERFUSIÓN DEL TEJIDO



Gradientes de presión en la circulación sistémica, área de sección transversal total y distribución de la capacitancia vascular.

Donoso A, Arriagada D, Cruces P, Díaz F. La microcirculación en el paciente crítico. Parte I: generalidades y fisiología en el paciente séptico. Rev Chil Pediatr. 2013; 84: 83-92



RADIOMETER SERIE ABL 700

ABL725
INFORME PACIENTE Jeringa - J 195 uL Muestra # 55727

Identificaciones

ID paciente
Sexo Desconoc
Tipo muestra Líquido cefalorraquídeo.
temp 37.0 °C
FO2(I) 21.0 %

Valores de Gases en Líquido cefalorraquídeo.

? pH 7.181
? pCO₂ 22.5 mmHg
? pO₂ 184 mmHg

Valores de Oximetría

? ctHb 0.32 g/dL
? FO2Hb --- %
? sO₂ --- %
? FCOHb --- %
? FMetHb --- %
? FHHb --- %
? Hct_c 1.3 %

Valores de Electrolitos

? cK⁺ 2.5 meq/L
? cNa⁺ 135 meq/L
? cCa²⁺ 4.85 mg/dL
? cCl⁻ 139 meq/L

Valores de Metabolitos

? cGlu 83 mg/dL
? cLac 0.7 mmol/L

Valores Corregidos por Temperatura

? pH(T) 7.181
? pCO₂(T) 22.5 mmHg
? pO₂(T) 184 mmHg

Estado Ácido-Base

? cHCO₃(P)_c 7.7 mmol/L
? ctCO₂(P)_c 18.3 Vol%
? ABE_c -19.4 mmol/L
? SBE_c -19.4 mmol/L
? Anion Gap.K⁺ -6.1 meq/L

Valores Calculados

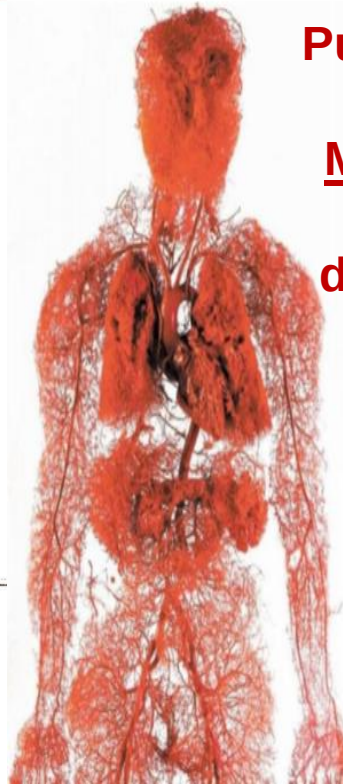
? cCa²⁺(7.4)_c mg/dL

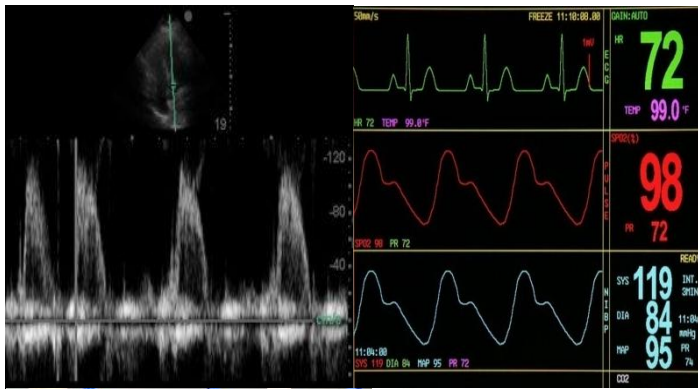
¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA REANIMACIÓN?



Restauración de variables macrocirculatorias de presión y flujo

Pueden persistir ALTERACIONES de la perfusión a nivel regional o MICROCIRCULATORIO que se han correlacionado con mayor desarrollo de FMO y PRONÓSTICO DESFAVORABLE





RADIOMETER SERIE ABL 700

ABL725
INFORME PACIENTE Jeringa - J 195 uL Muestra # 55727

Identificaciones

ID paciente
Sexo Desconoc
Tipo muestra Líquido cefalorraquídeo.
temp 37.0 °C
FO2(I) 21.0 %

Valores de Gases en Líquido cefalorraquídeo.

? pH 7.181
? pCO₂ 22.5 mmHg
? pO₂ 184 mmHg

Valores de Oximetría

? ctHb 0.32 g/dL
? FO2Hb --- %
? sO₂ --- %
? FCOHb --- %
? FMetHb --- %
? FHHb --- %
? Hctc 1.3 %

Valores de Electrolitos

? cK⁺ 2.5 meq/L
? cNa⁺ 135 meq/L
? cCa²⁺ 4.85 mg/dL
? cCl⁻ 139 meq/L

Valores de Metabolitos

? cGlu 83 mg/dL
? cLac 0.7 mmol/L

Valores Corregidos por Temperatura

? pH(T) 7.181
? pCO₂(T) 22.5 mmHg
? pO₂(T) 184 mmHg

Estado Ácido-Base

? cHCO₃(P)_c 7.7 mmol/L
? ctCO₂(P)_c 18.3 Vol%

? ABE_c -19.4 mmol/L
? SBE_c -19.4 mmol/L
? Anion Gap.K⁺ -6.1 meq/L

Valores Calculados

? cCa²⁺(7.4)_c mg/dL

¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE LA REANIMACIÓN?

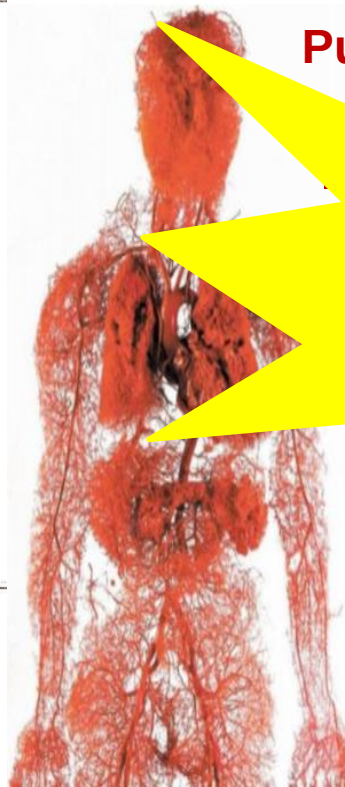


Restauración de variables macrocirculatorias de presión y flujo

Pueden persistir ALTERACIONES de la perfusión del regional o de se han

“Síndrome de distrés microcirculatorio o mitocondrial”

OSTICO



SÍNDROME DE DISTRÉS MICROCIRCULATORIO O MITOCONDRIAL

Presencia de HIPOXIA TISULAR que persiste a pesar de la normalización de las variables de la macrocirculación

Se asocia a un defecto para la utilización de oxígeno y a una incapacidad para la producción de energía en la mitocondria

La reversibilidad depende del tiempo transcurrido, gravedad del daño hipóxico y de la magnitud del daño por reperfusión

MECANISMOS:

- Maldistribución del flujo sanguíneo → EFEECTO SHUNT
- Disfunción mitocondrial secundaria a la inhibición de la cadena respiratoria del transporte de electrones

Principal característica patológica

SÍNDROME DE DISTRÉS MICROCIRCULATORIO O MITOCONDRIAL

Presencia de HIPOXIA TISULAR que persiste a pesar de la normalización de las variables de la macrocirculación

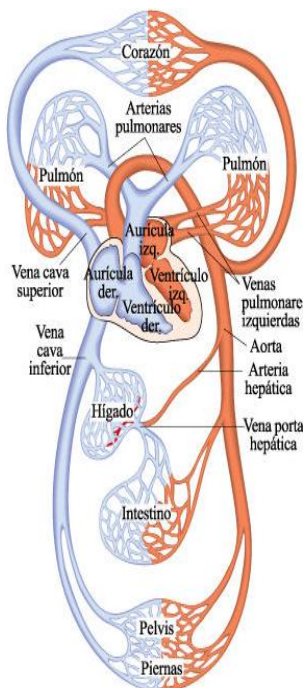
Aunque es la macrocirculación la que distribuye el flujo sanguíneo a través del cuerpo, es la microcirculación la encargada de asegurar el flujo sanguíneo regional

Una óptima macrocirculación es un prerequisite para una adecuada perfusión microcirculatoria; PERO la restauración de la hemodinamia global no siempre significa que se ha logrado una adecuada perfusión regional, especialmente en condiciones de autorregulación alterada

El nexo entre parámetros hemodinámicos globales y la perfusión microcirculatoria es relativamente laxo

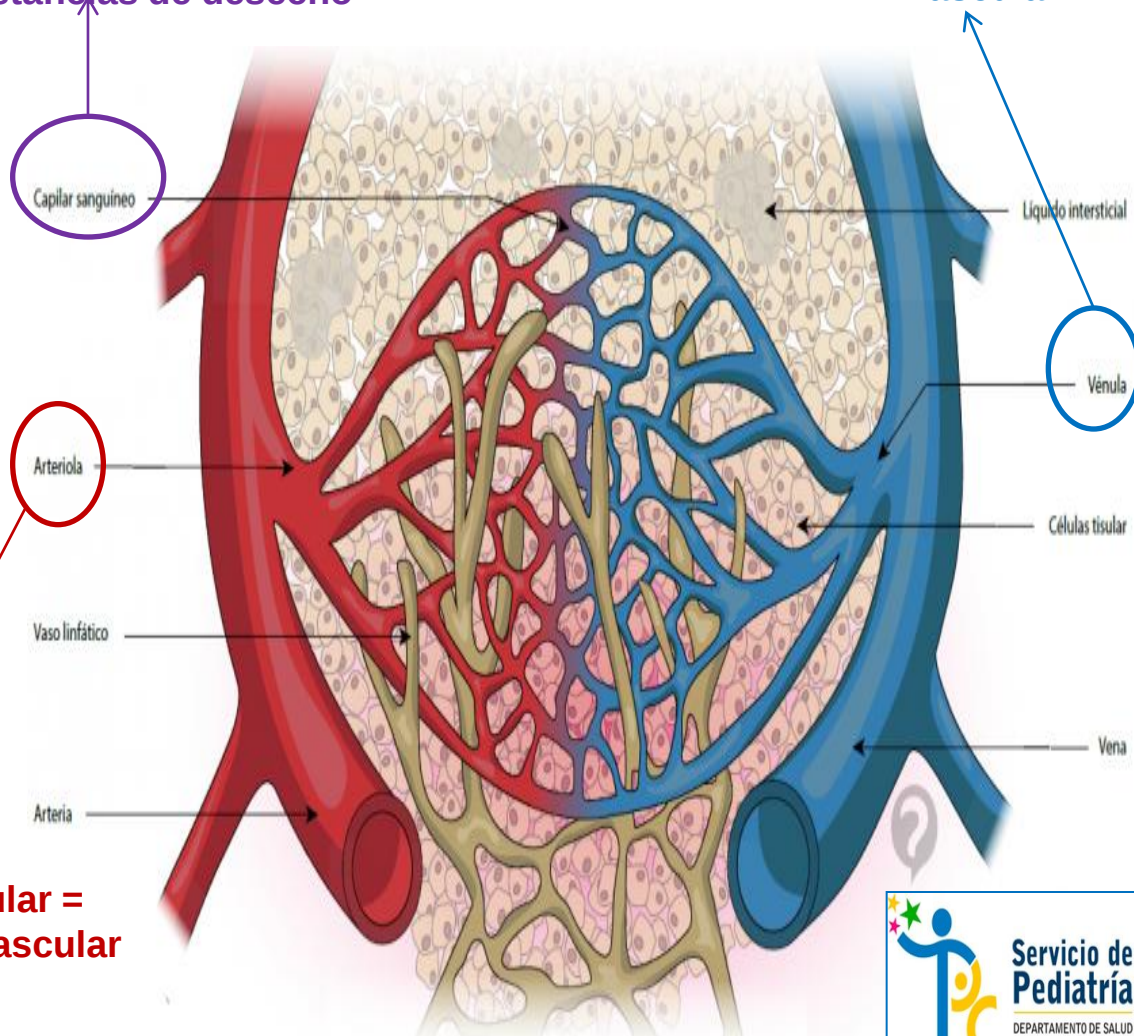
De la macro a la MICROCIRCULACIÓN

Parte de la patogenia y de las manifestaciones clínicas de la sepsis grave se originan en la **unidad microcirculatoria**: Red de vasos sanguíneos de tamaño $\leq$ **100 micrones** donde se lleva a cabo la **cesión de O₂**



INTERCAMBIADOR = Aportan O₂ y recogen sustancias de desecho

Interacción **LEUCOCITARIA** y cambios de **PERMEABILIDAD vascular**



Mantienen el **TONO** vascular =
Ajustan el **FLUJO** microvascular

ALTERACIONES DE LA MICROCIRCULACIÓN EN LA SEPSIS Y SHOCK SÉPTICO

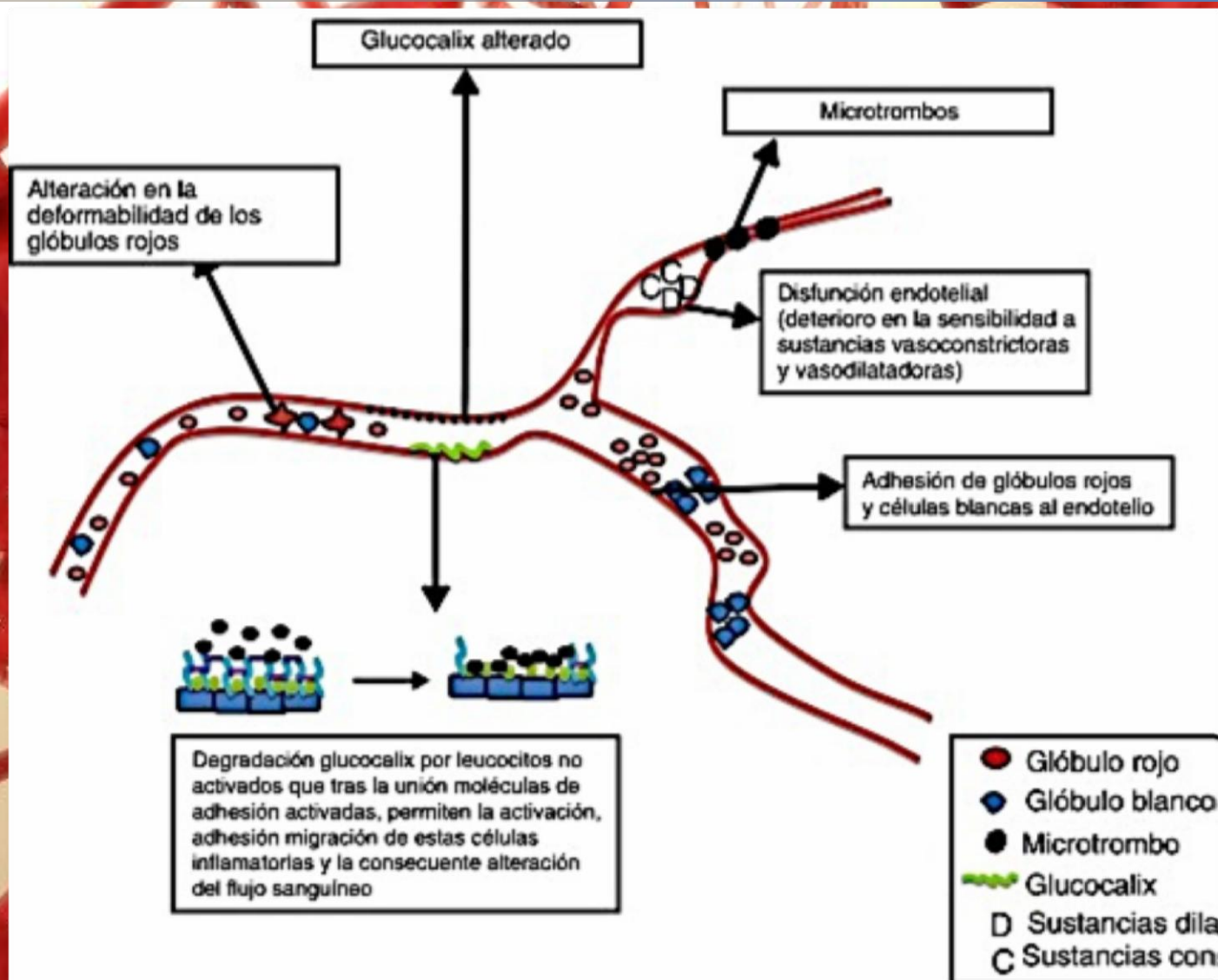
La microcirculación está regulada por un complejo entramado de sistemas endocrinos, paracrinós y mecánicos, que adaptan el aporte de oxígeno a las necesidades metabólicas de cada territorio

1. Se pierde el tono vascular
2. Disfunción de endotelio con aumento de permeabilidad → edema
3. Lesión del endotelio capilar:
 - Activación leucocitaria
 - Reducción en la deformabilidad de los hematíes
 - Estado procoagulante (aumenta la agregabilidad plaquetaria, los depósitos de fibrina, la formación de microtrombos y desarrollo de coagulación intravascular diseminada)
4. Disminución del número de capilares perfundidos

La monitorización de la macrocirculación no es capaz de detectar la disfunción microcirculatoria → está justificada la monitorización de la microcirculación = MICROHEMODINÁMICA

Alteraciones persistentes de la microcirculación se correlacionan con peores resultados a largo plazo

ALTERACIONES DE LA MICROCIRCULACIÓN EN LA SEPSIS Y SHOCK SÉPTICO



Principales mecanismos implicados en el desarrollo de las alteraciones de la microcirculación.

EVALUACIÓN DE LA MICROCIRCULACIÓN

El estado de la perfusión periférica puede evaluarse mediante:

Signos clínicos

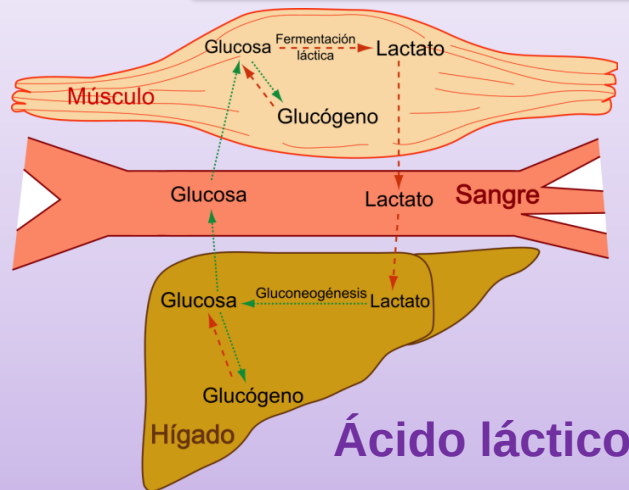


Relleno capilar

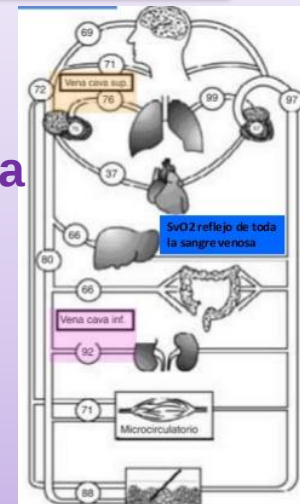


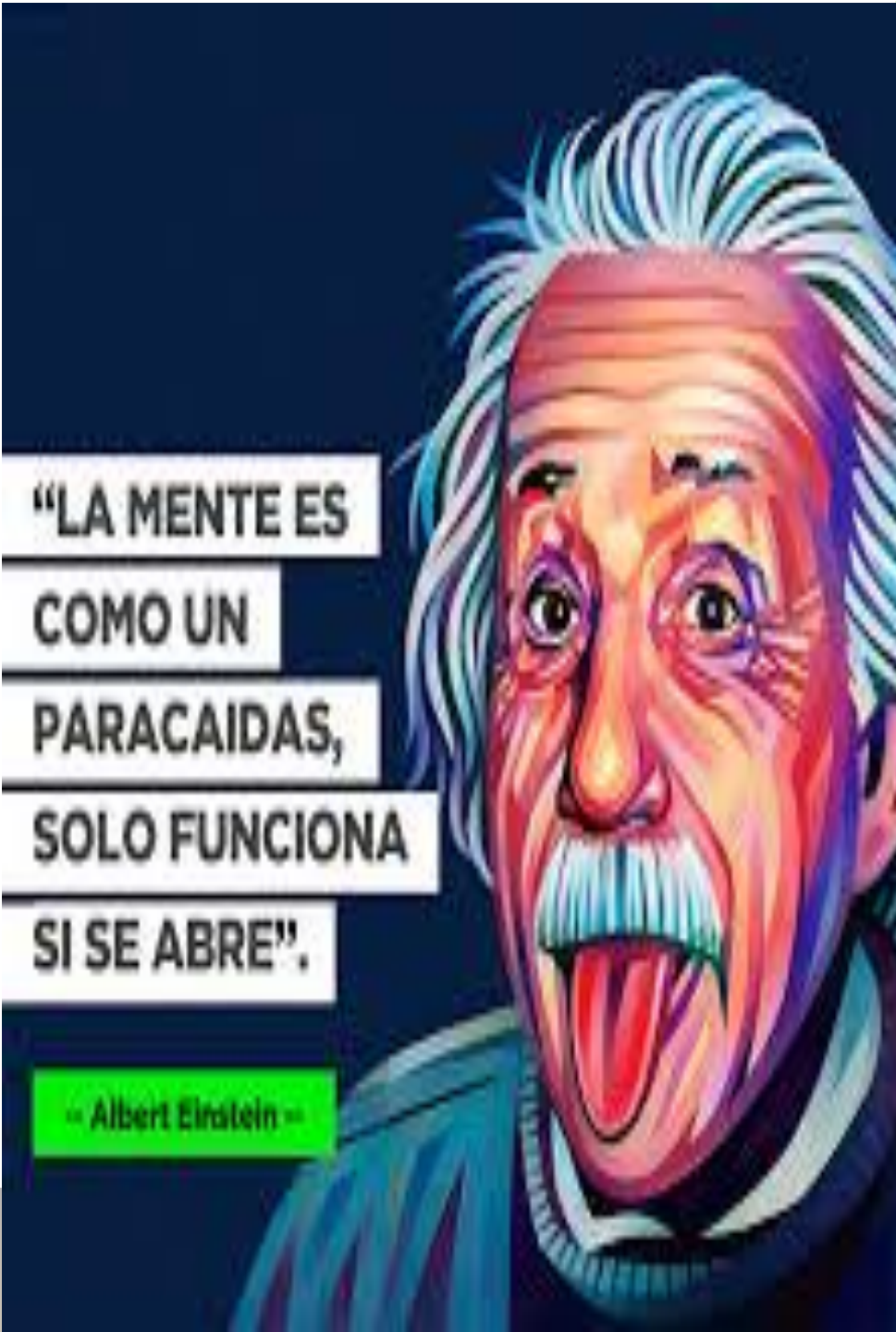
T^a y color de partes acras

Métodos indirectos: marcadores analíticos



Saturación venosa central y mixta





**"LA MENTE ES
COMO UN
PARACAIDAS,
SOLO FUNCIONA
SI SE ABRE".**

« Albert Einstein »

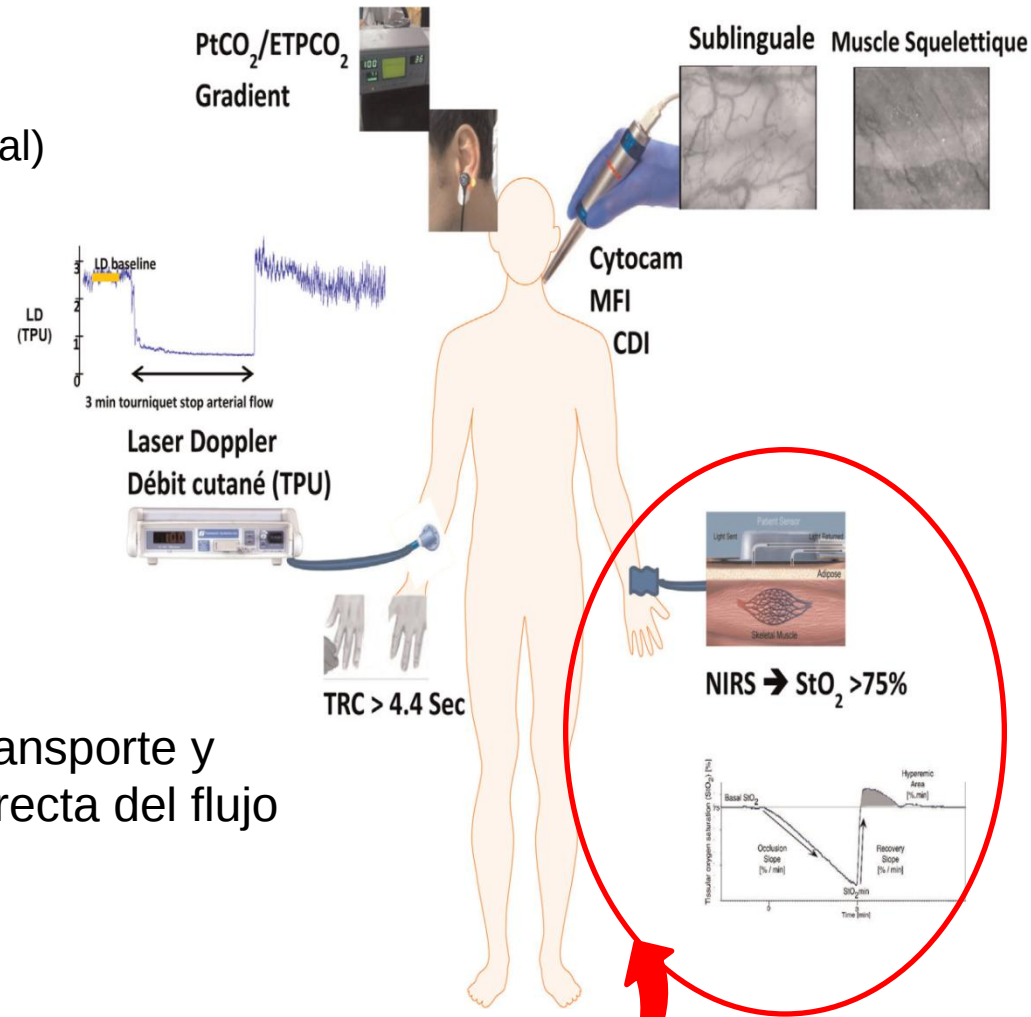


**¿CÓMO PODEMOS
EVALUAR LA
MICROHEMODINÁMICA?**

TÉCNICAS PARA EVALUACIÓN DE LA MICROCIRCULACIÓN

Métodos directos: Videomicroscopia.

- Espectrometría ortogonal polarizada (OPS, Orthogonal polarization spectral)
- Iluminación de campo oscuro:
 - Sidestream dark-field (SDF)
 - Incident dark-field (IDF)



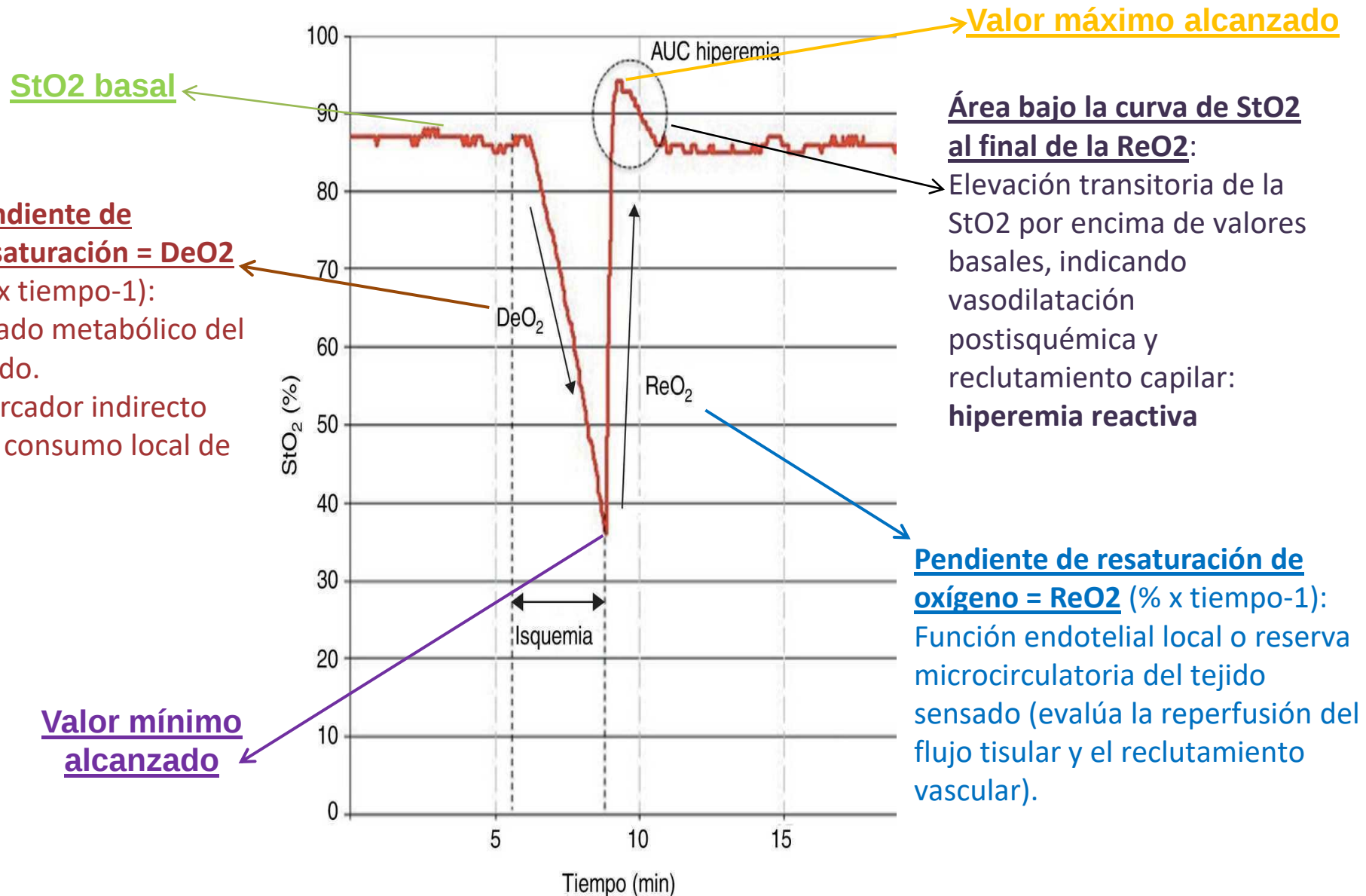
Métodos indirectos:

Informan del balance local entre transporte y consumo de O₂ como medida indirecta del flujo microcirculatorio.

- Tonometría gástrica
- Electrodo de PO₂
- Capnometría sublingual
-

Near infra-red spectroscopy (NIRS, “espectroscopia de luz cercana al infrarrojo”).

TÉCNICAS PARA EVALUACIÓN DE LA MICROCIRCULACIÓN: TEST DE OCLUSIÓN VASCULAR TRANSITORIO



TEST DE OCLUSIÓN VASCULAR TRANSITORIO (TOV)

Is thenar tissue hemoglobin oxygen saturation in septic shock related to macrohemodynamic variables and outcome?

Didier Payen¹, Cecilia Luengo^{1,2}, Laurent Heyer¹, Matthieu Charles Damoiseil¹ and Marie Reine Losser⁴

Critical Care 2009, **13**(Suppl 5):S6 (doi:10.1186/cc8900)

E'valuation de la microcirculation en pratique clinique

Marie-Reine Losser^{1,2}, Didier Payen de la Garanderie³

Disponible sur internet le : 14 mars 2019

Saturación tisular de oxígeno en el paciente crítico

G. Gruartmoner^{a,*}, J. Mesquida^a y F. Baigorri^{a,b}

Recibido el 29 de abril de 2013; aceptado el 12 de julio de 2013

Disponible en Internet el 12 de septiembre de 2013

Influence of systemic hemodynamics on microcirculation during sepsis

Magalie Collet^{a,d,1}, Benjamin Huot^{a,1}, Romain Barthélémy^a, Charles Damoiseil^a, Didier Payen^a, Alexandre Mebazaa^{a,c,d}, Benjamin G. Chousterman^{a,b,d,*}

Journal of Critical Care 52 (2019) 213–218



¿CÓMO OPTIMIZAR EL FLUJO MICROCIRCULATORIO?

¿Puede la microcirculación ser reclutada por acciones terapéuticas?

De ser así, ¿puede el reclutamiento de la microcirculación ser empleado como diana terapéutica?

¿Están las mejorías terapéuticas en la microcirculación asociadas con una menor mortalidad?

La evidencia científica disponible es aún escasa, pero varios estudios han evaluado la respuesta de la microcirculación a diversas modalidades terapéuticas.

OPTIMIZACIÓN DEL FLUJO MICROCIRCULATORIO



FLUIDOS

Las intervenciones
terapéuticas
hemodinámicas clásicas
tienen un efecto variable
en las alteraciones
microcirculatorias en la
sepsis

B-ADRENÉRGICOS

Trasfusión CH

OTROS

Corticoides
Nitroglicerina
PCA
Insulina
ECMO, HFAV



El shock es un estado en el que no se garantiza el aporte de oxígeno que las células necesitan → disoxia celular → FMO

Puede existir incoherencia macro-microHD → “Síndrome de distrés microcirculatorio”

Parte de la patogenia y de las manifestaciones clínicas de la sepsis grave se originan en la unidad microcirculatoria

La perfusión periférica puede evaluarse mediante signos clínicos, ácido láctico y SvO₂. Sin embargo, se necesitan nuevas herramientas que ofrezcan datos más precisos del estado de la microcirculación: Videomicroscopia y NIRS

El TOV puede ser un método para conocer la microcirculación. Sin embargo, no hay estudios todavía en Pediatría

Aún no conocemos los objetivos y tratamiento que actúen selectivamente sobre la microcirculación. Sin embargo, de conocerse podrían orientar hacia una terapia de resucitación más completa, oportuna y efectiva en búsqueda de un adecuado reclutamiento de la microcirculación y mejoría en el pronóstico del paciente

Lo esencial
es invisible
a los ojos.



Valoración hemodinámica, de la macro a la microhemodinámica

¡GRACIAS!

BIBLIOGRAFÍA

1. Gruartmoner G, Mesquida J, Baigorri F. Saturación tisular de oxígeno en el paciente crítico . Med Intensiva. 2014; 38: 240-248
2. Payen D, Luengo C, Heyer L, Resche-Rigon SK, Damoisel C. Is thenar tissue hemoglobin oxygen saturation in septic shock related to macrohemodynamic variables and outcome? Critical Care. 2009; 13:1-11
3. Collet M, Huot B, Barthélémy R, Damoisel C, Payen D. Influence of systemic hemodynamics on microcirculation during sepsis. Journal of Critical Care. 2019; 52: 213–218
4. Losser MR, Payen D. E´valuation de la microcirculation en pratique clinique. Anesth Reanim. 2019; 5: 193–199
5. Donoso A, Arriagada D, Cruces P, Díaz F. La microcirculación en el paciente crítico. Parte I: generalidades y fisiología en el paciente séptico. Rev Chil Pediatr. 2013; 84: 83-92
6. Donoso A, Arriagada D, Cruces P, Díaz F. La microcirculación en el paciente crítico. Parte II: generalidades y fisiología en el paciente séptico. Rev Chil Pediatr. 2013; 84:194-204
7. Backera D, Ricottillia F, Ospina-Tascón GB. Septic shock: a microcirculation disease. Intensive care and resuscitation. 2021; 33: 1-7
8. Baigorri-González F, Lorente JA. Oxigenación tisular y sepsis. Med Intensiva. 2005; 29:178-84
9. Hawiger J, Veach RA, Zienkiewicz J. New paradigms in sepsis: from prevention to protection of failing microcirculation. Journal of Thrombosis and Haemostasis, 13: 1743-1756
10. Goksel MP, Hilty I. Microcirculation: Physiology, Pathophysiology, and Clinical Application. Blood Purif. 2020; 49: 143-150
11. Charlton M, Sims M, Coats T, Thompson JP. The microcirculation and its measurement in sepsis. Journal of the Intensive Care Society. 2017; 18: 221-227
12. Vellinga AR, Boerma EC, Koopmans M, Donati A, Dubin A. International Study on Microcirculatory Shock Occurrence in Acutely Ill Patients. Critical Care Medicine. 2015: 43; 48-56
13. Donoso A, Arriagada D, Cruces P, Abarca J, Díaz F. Evaluación de la microcirculación sublingual en un paciente en shock séptico. Rev Chil Pediatr. 2012; 83: 377-382
14. Bezemer R, Lima A, Myers D, Klijn E, Heger M. Assessment of tissue oxygen saturation during a vascular occlusion test using near-infrared spectroscopy: the role of probe spacing and measurement site studied in healthy volunteers. Critical Care. 2009; 13: 1-7
15. Lipińska M. Sepsis and septic shock — is a microcirculation a main player? Anaesthesiology Intensive Therapy. 2016; 48: 261-265
16. Johansson P, Stensballe J, Ostrowski S. Shock induced endotheliopathy (SHINE) in acute critical illness - a unifying pathophysiologic mechanism. Critical Care. 2017; 21: 1-7