

# VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN LOS PACIENTES CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA

**DR. CARLOS ALBERTO LESCOANO ALVA**  
**MEDICINA INTENSIVA**  
**HOSPITAL REBAGLIATI – CLÍNICA SAN FELIPE**

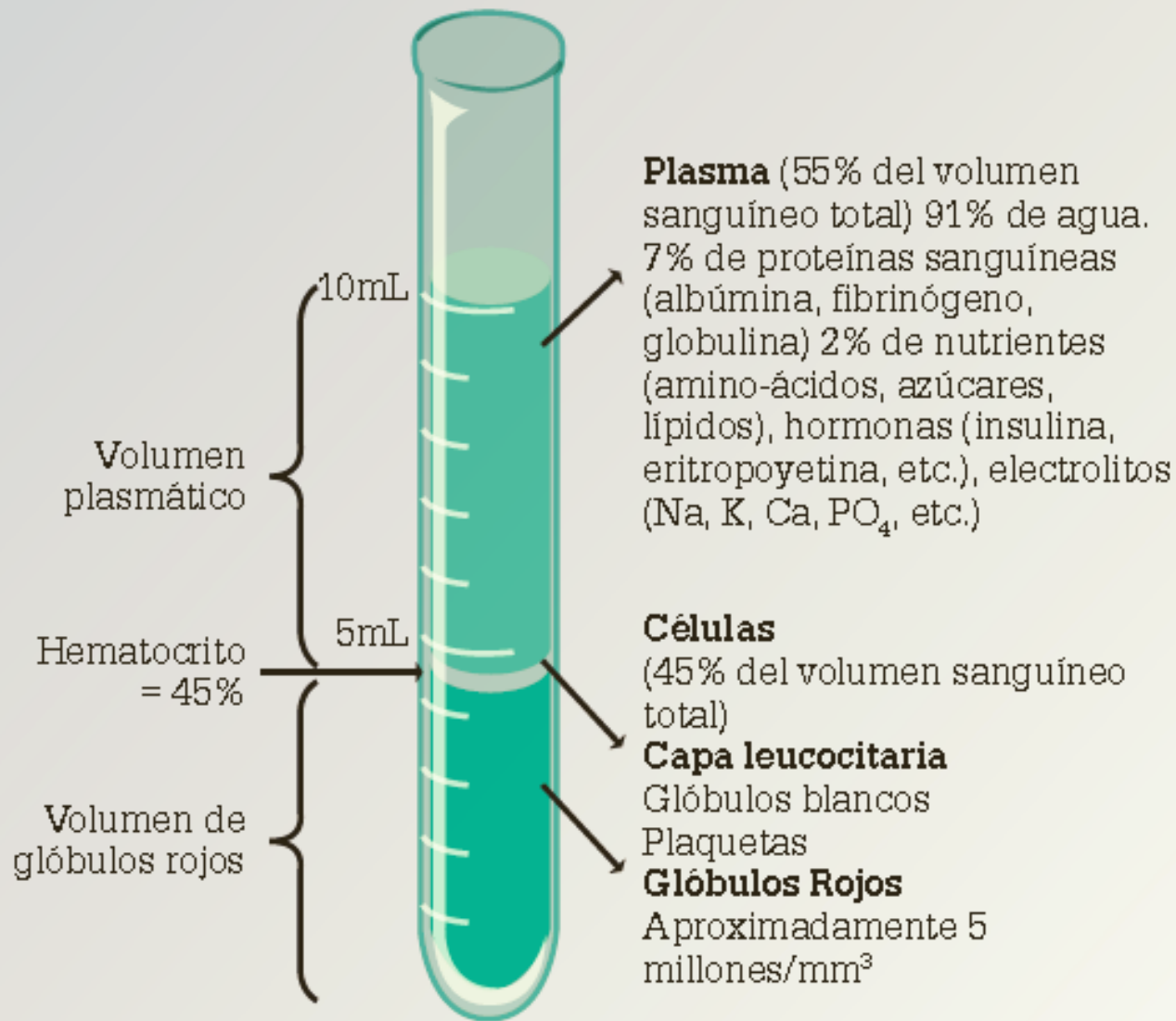


Figura 3. Composición de la Sangre y Componentes del Volumen Sanguíneo Circulante.



## Fórmula de Nadler:

$$\text{VSC (Hombre)} = 0,3669 \times \text{altura(m)}^3 + 0,03219 \times \text{Peso (kg)} + 0,6041$$

$$\text{VSC (Mujer)} = 0,3561 \times \text{altura (m)}^3 + 0,03308 \times \text{Peso (kg)} + 0,1833$$



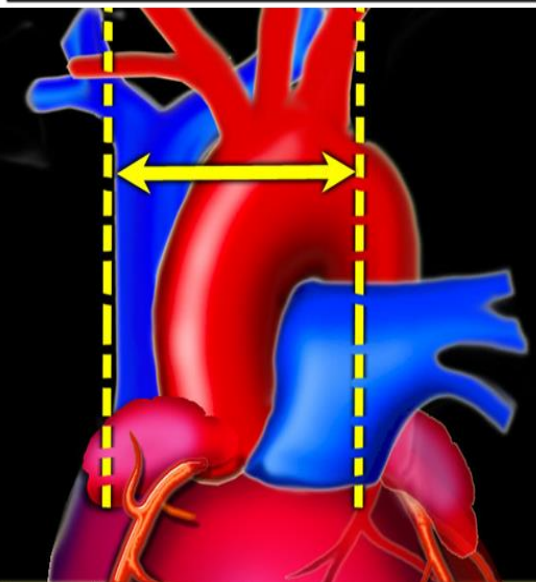
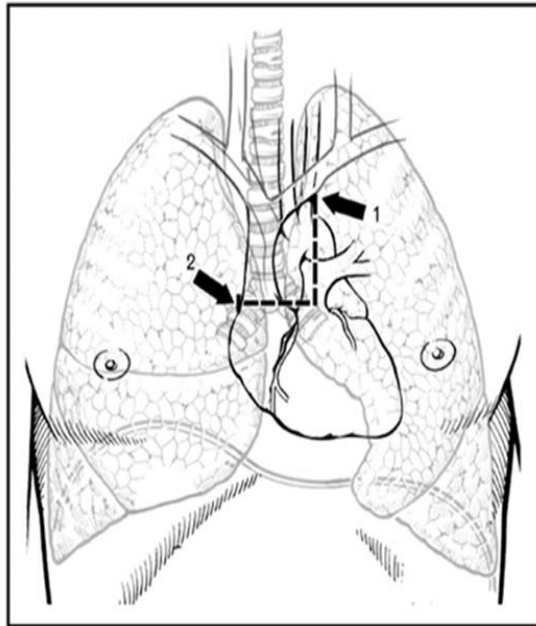
**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

## Cuadro 1 | Clases o Estadios Clínicos del Shock Hemorrágico.

Parámetros	Clases o Estadios			
	I	II	III	IV
Pérdidas hemáticas (%)	≤ 15	> 15	> 30	> 40
Pérdidas hemáticas (ml)	≤ 750	> 750	> 1500	> 2000
Frecuencia cardíaca (x')	≤ 100	> 100	> 120	> 140
Presión sistólica (mmHg)	Normal	Normal	< 90	< 70
Presión de pulso (mmHg)	Normal o incrementada	Disminuida	Disminuida	Disminuida
Llenado capilar (segundos)	< 1	1 - 2	> 2	Nulo
Frecuencia respiratoria (x')	≤ 20	> 20	> 30	> 35
Estado psíquico	Apropiado	Ansioso	Confuso	Comatoso
Diuresis (ml/h)	> 30	20 - 30	5 - 15	Insignificante



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**



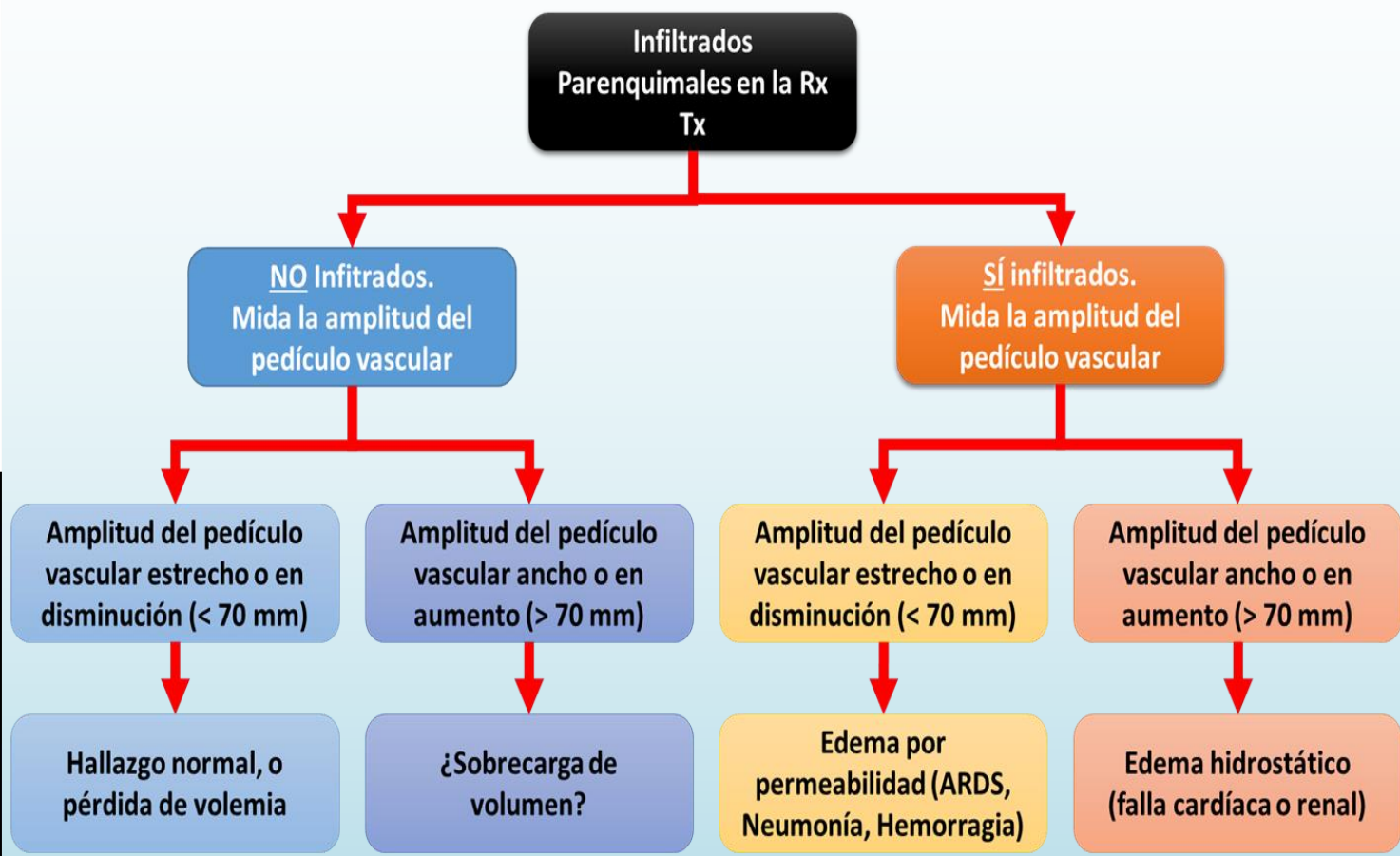
30. Milne ENC, Pistolesi M, Miniati M, et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos. Part I. Radiology. 1984; 152:1-8.

31. Farshidpanah S, Klein W, Matus M, Sai A, Nguyen HE. Validation of the vascular pedicle width as a diagnostic aid in critically ill patients with pulmonary oedema by novice non-radiology physicians-in-training. Anaesth Intensive Care. 2014 May; 42(3):321-9.

32. Rice et al. Vascular pedicle width in acute lung injury: correlation with intravascular pressures and ability to discriminate fluid status. Critical Care 2011, 15: R86.

33. Miller, Russell R; Ely, E Wesley. Radiographic measures of intravascular volume status: the role of vascular pedicle width. Current Opinion in Critical Care. 12(3):255-262, June 2006.

## Uso de la amplitud del pedículo vascular en la Rx Tx portátil en posición supina

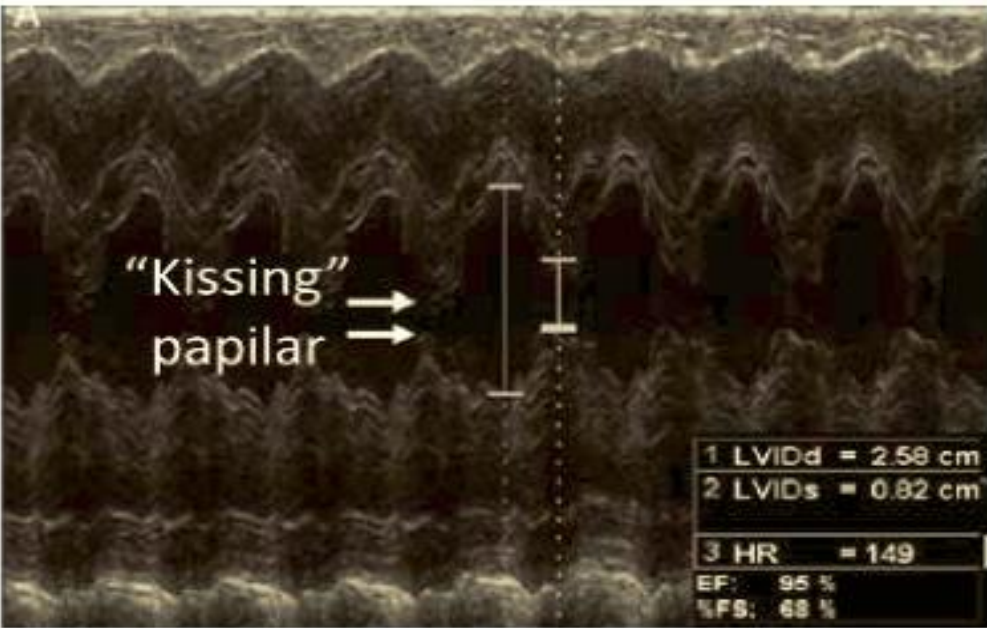
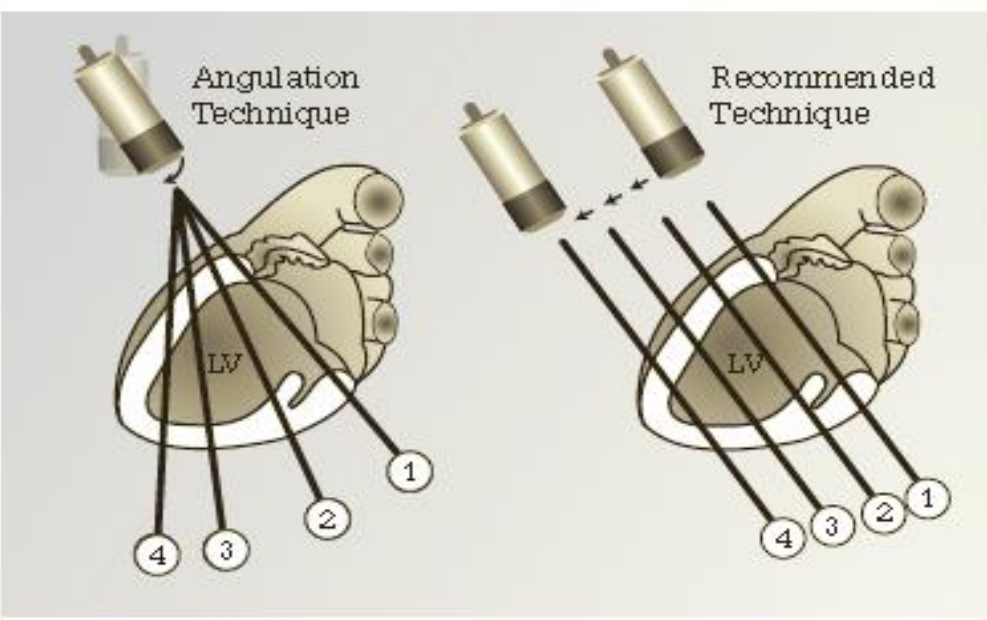
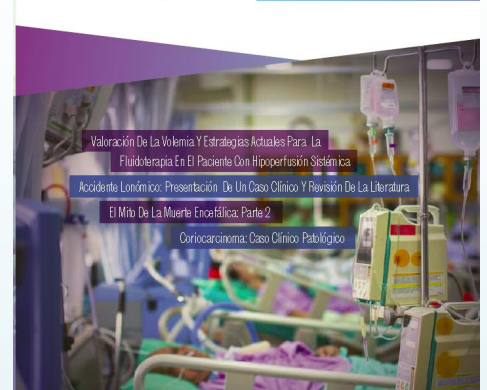


Criterio	S	E	VPP	VPN	Odds ratio
APV ≥ 70 & ICT ≥ 0,55	54%	83%	76%	65%	3,2
APV ≥ 70	69%	72%	70%	72%	2,5
ICT ≥ 0,55	63%	50%	56%	57%	1,3

S = Sensibilidad, E = Especificidad, VPP = Valor Predictivo Positivo, VPN = Valor Predictivo Negativo

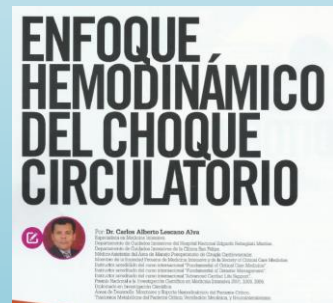
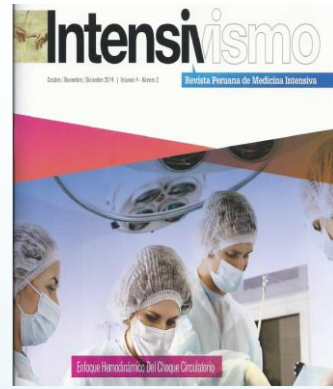


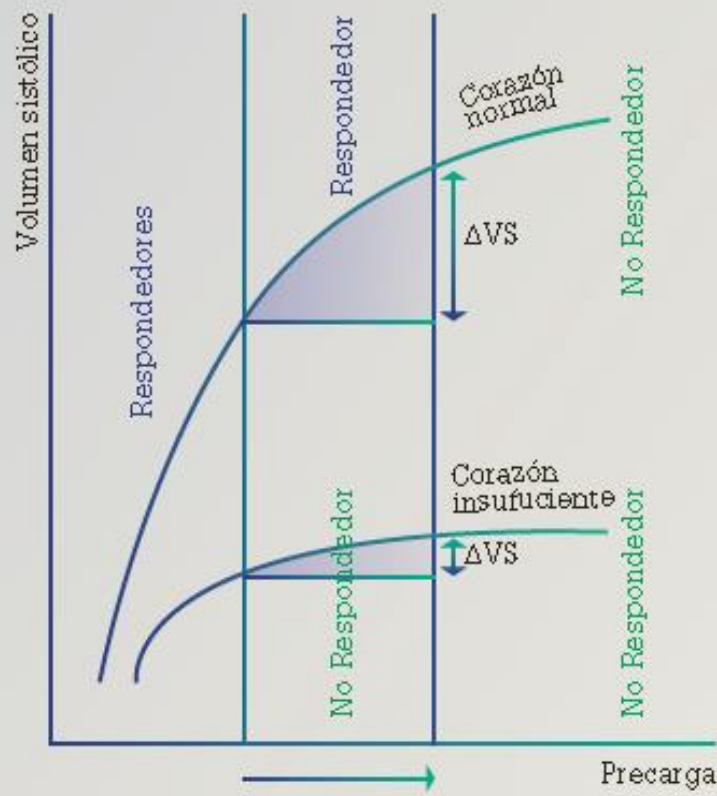
**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

Figura 6: "Kissing papilar" en paciente con hipovolemia.





VS: Volumen sistólico



Diferentes respuestas ante el aumento de la precarga (carga de volumen) dependiendo de la curva de función ventricular (Izquierda). Verdaderos positivos y negativos, falsos positivos y negativos de las variables predictoras de respuesta a fluidos en función al "Estándar de Oro":  $\Delta VS$  (Derecha).

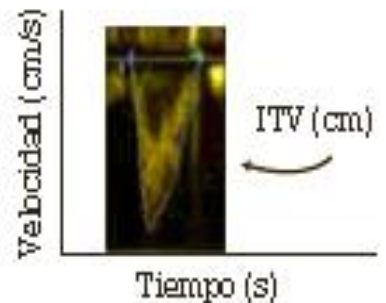
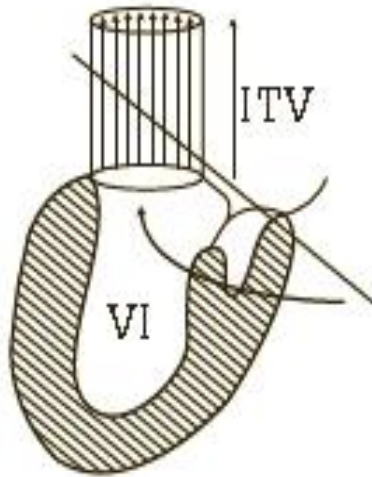
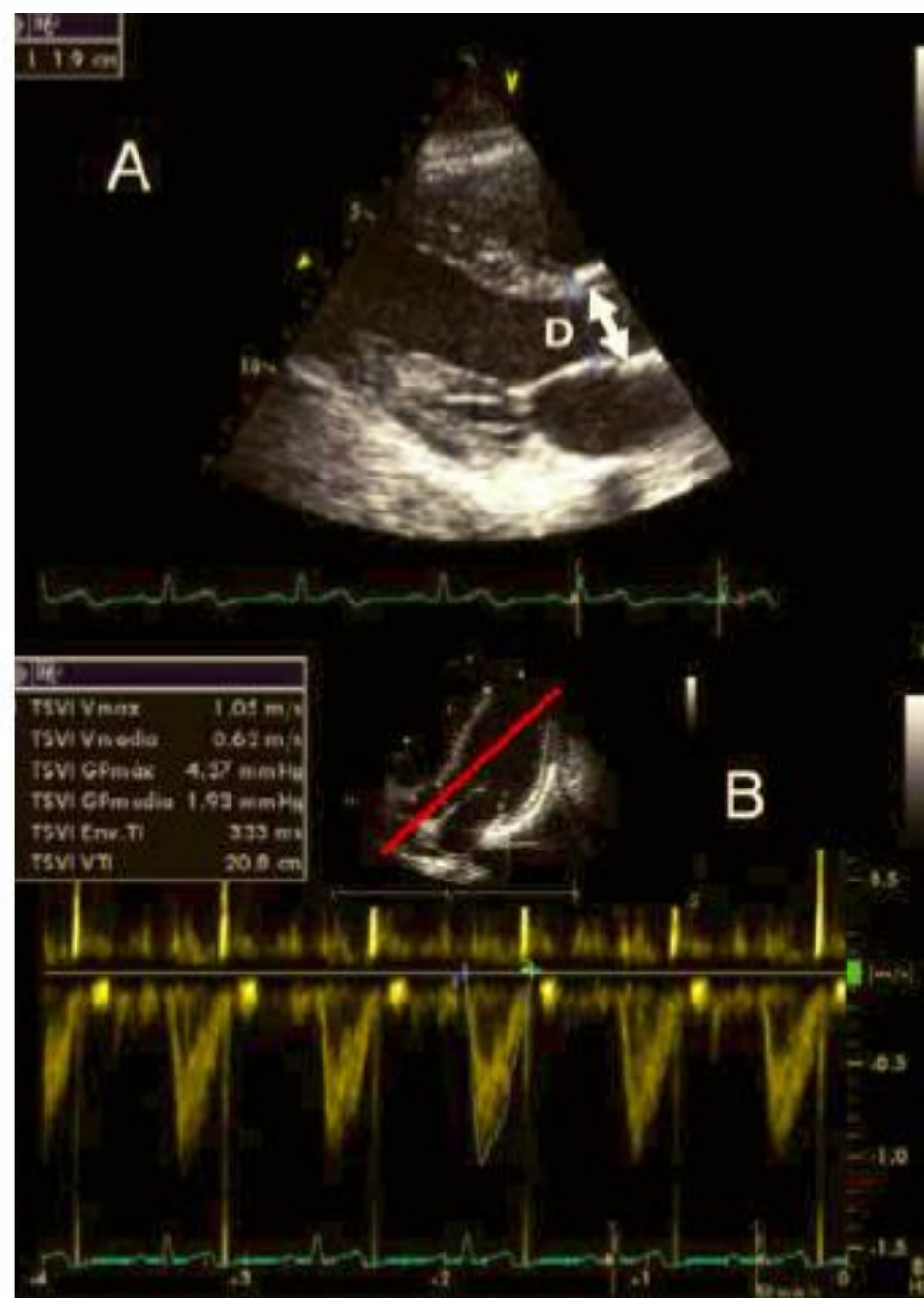
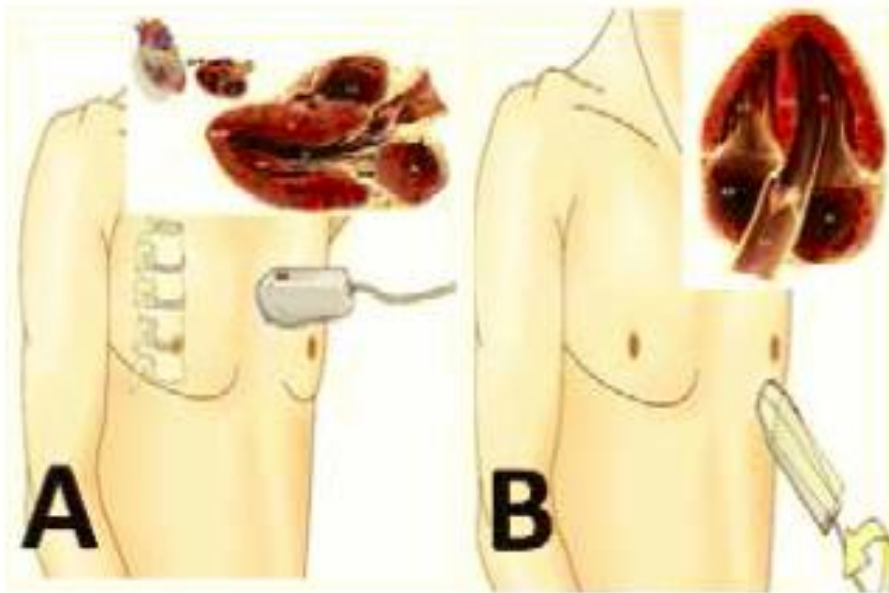
Sensibilidad = Verdaderos positivos /  $\Delta VS > 10 - 15\%$   
 Especificidad = Verdaderos negativos /  $\Delta VS < 10 - 15\%$

Valor Predictivo Positivo = Verdaderos Positivos / > PC (%)  
 Valor Predictivo Negativo = Verdaderos Negativos / < PC (%)



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

Figura 2: Evaluación de los Parámetros Estáticos o Dinámicos con respecto al Estándar de Referencia ("Gold Standard"): Incremento Volumen Sistólico o Gasto Cardíaco.



$$ATSVI (cm^2) = 3.14 (D/2)^2$$

$$VS = ATSVI \times ITV$$

$$GC = VS \times FC$$

# Intensivismo

Revista Peruana de Medicina Intensiva

Edici3n / Volumen / N3mero / A3o 2013 / Volumen 1 - N3mero 1

Valoraci3n De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusi3n Sist3mica

Accidente L3nico: Presentaci3n De Un Caso Cl3nico Y Revisi3n De La Literatura

El Mi3n De La Muerte Encef3lica, Parte 2

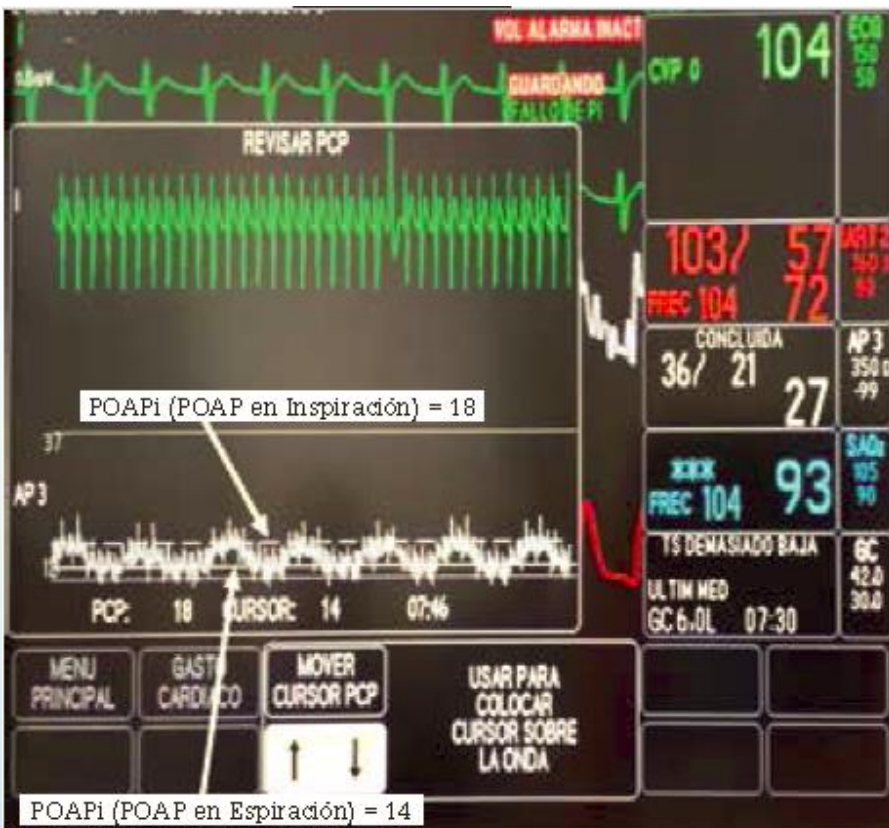
Coriocarcinoma: Caso Cl3nico Patol3gico



## VALORACI3N DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSI3N SIST3MICA

Figura 12: Evaluaci3n Ecocardiogr3fica del Gasto Card3aco y Volumen Sist3lico.





$$POAPc = POAPe - IT \times PEEP$$

$$IT = \frac{POAPi - POAPe}{Pplat - PEEP}$$

- POAPc = POAP Pulmonar corregida transmural
  - POAPi = POAP en fase Inspiratoria
  - POAPe = POAP en fase Espiratoria
  - IT = Índice de Transmisibilidad
  - Pplat = Presión "plateau" o meseta
  - PEEP = Presión positiva al final de la espiración.
- "Convertir Presiones de Ventilación Mecánica de cmH2O a mmHg multiplicándolo por 0,74<sup>88</sup>."

Figura 14: Determinación de la Presión de Oclusión de Arteria Pulmonar en Inspiración (POAPi) y en Espiración (POAPe).

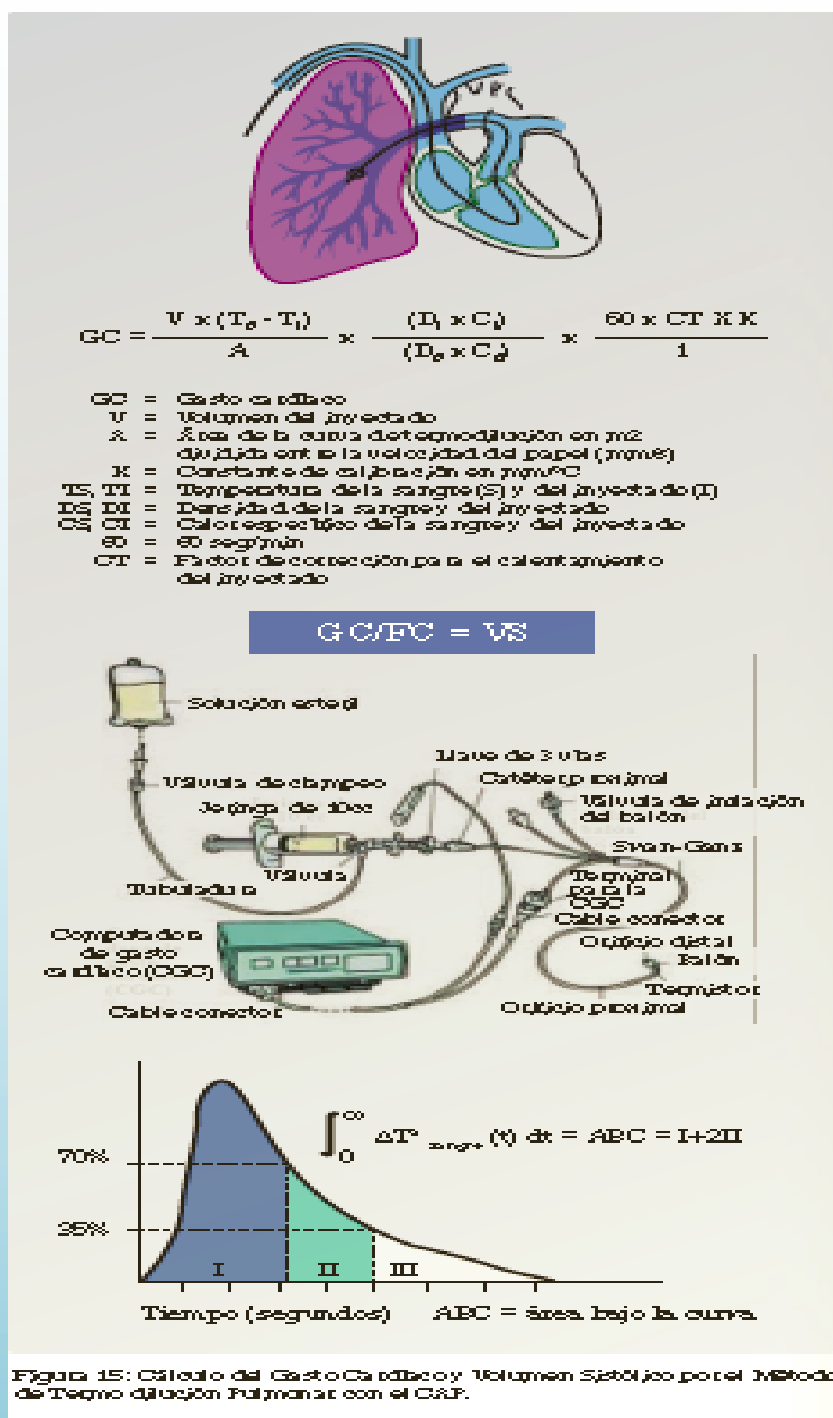


Figura 15: Cálculo del Gasto Cardíaco y Volumen Sistólico por el Método de Termodilución Pulmonar con el CGC.

# Intensivismo

Revista Peruana de Medicina Intensiva

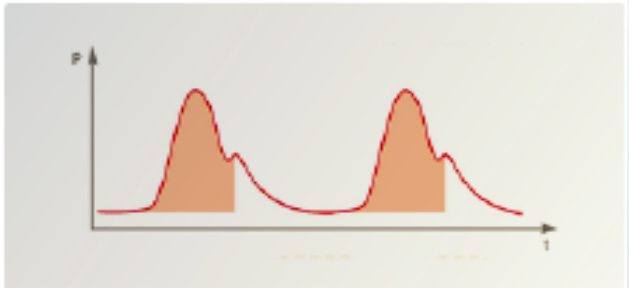
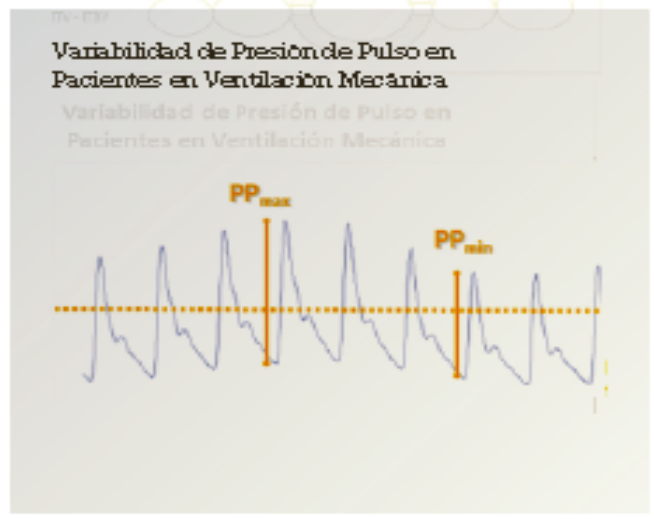
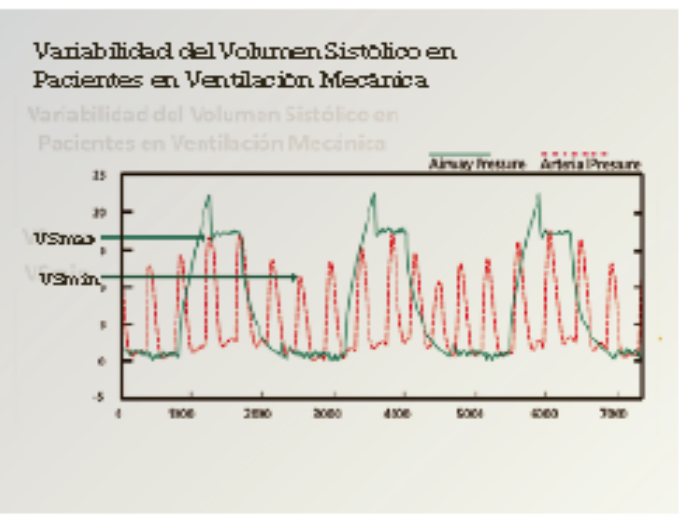
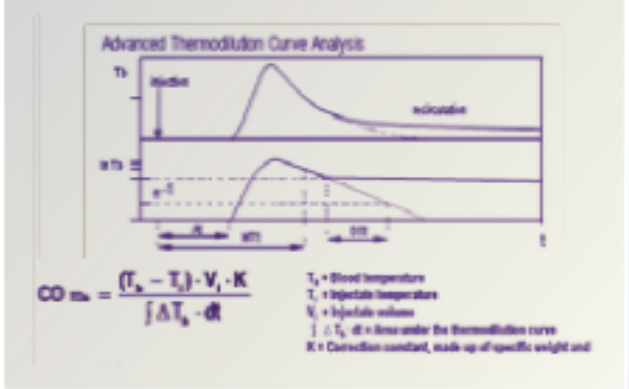
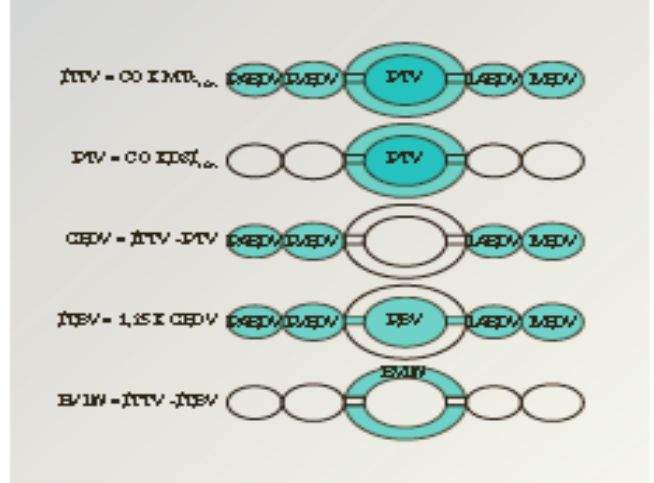
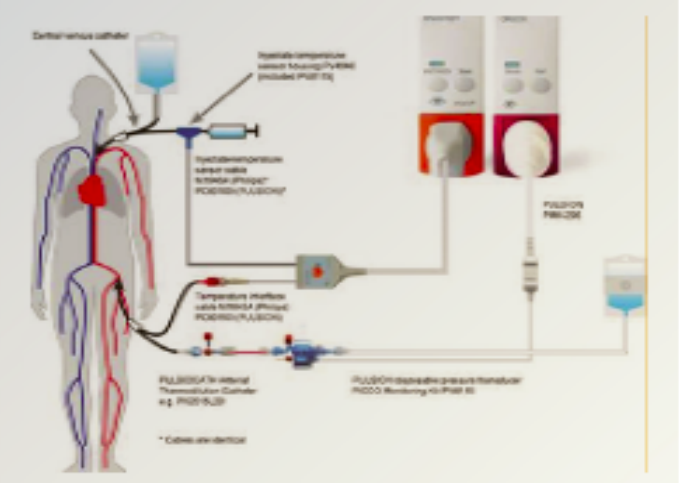
Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica

Accidente Locomotor: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura

El Mito De La Muerte Encefálica: Parte 2

Coriocarcinoma: Caso Clínico Patológico

## VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA



$$PCCO = cal \cdot HR \cdot \int \left( \frac{P(t)}{SVR} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

Legend:

- Patient specific calibration
- Heart rate
- Area under the pressure curve
- Arterial compliance
- Slope of the pressure curve

$$VVS = \left[ \frac{VSmax - VSmin}{VSmax + VSmin} \right] \times 100\%$$

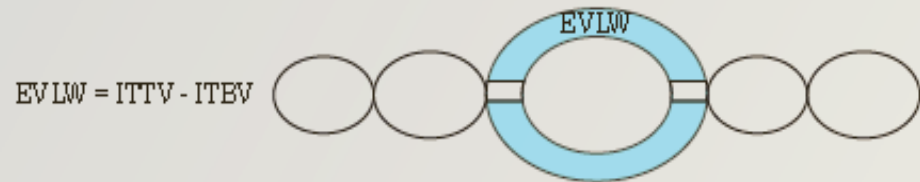
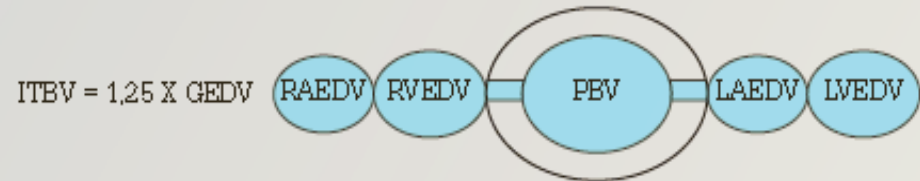
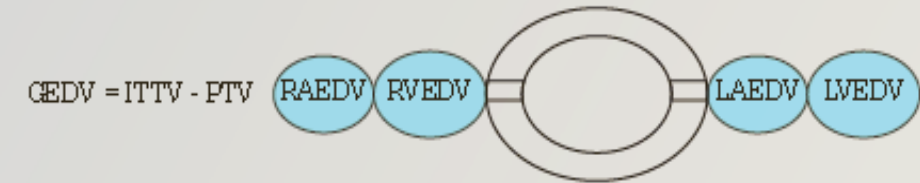
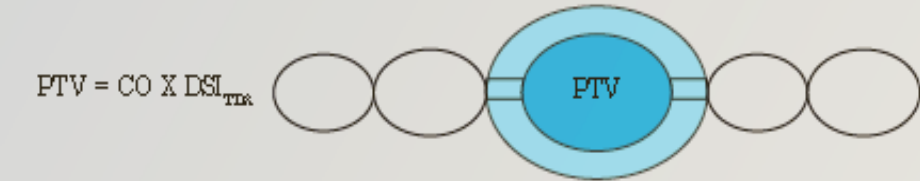
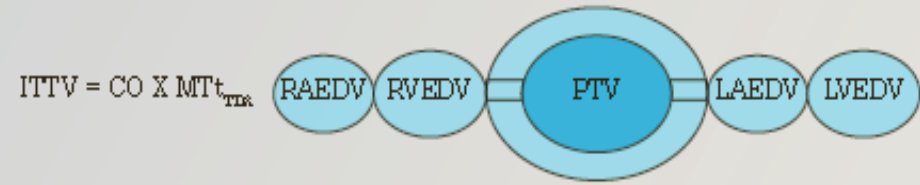
$VVS$  = Variabilidad de Volumen Sistólico  
 $VSmax$  = Amplitud máxima de la Onda de Volumen Sistólico durante la fase inicial de la inspiración.  
 $VSmin$  = Amplitud mínima de la Onda de Volumen Sistólico al final de la inspiración.



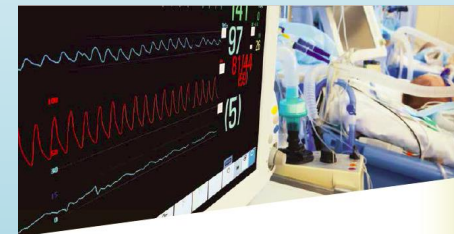
## VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA

Figura 16: Método de Termo dilución Transpulmonar y Análisis del Contorno de la Onda de Pulso para la determinación de Parámetros Estáticos Volumétricos y Parámetros Dinámicos así como el Gasto Cardíaco y Volumen Sistólico.

Cuadro 3 | Volúmenes Calculados con el Método de Termo dilución Transpulmonar más el Análisis de la Onda de Presión Arterial.



ITTV	Volumen Térmico Intra-Torácico
CO	Gasto Cardíaco
$MTt_{TDA}$	Tiempo Medio de Tránsito (termodilución)
PTV	Volumen Fluidos Total Pulmonar
$DSt_{TDA}$	Tiempo de Descenso (termodilución)
GEDV	Volumen Global Telediastólico
ITBV	Volumen Sanguíneo Intratorácico
EVLW	Agua Pulmonar Extravascular
PBV	Volumen Sanguíneo Pulmonar
PVPI	Índice de Permeabilidad Vascular Pulmonar
RAEDV	Volumen Telediastólico de Aurícula Derecha
RVEDV	Volumen Telediastólico de Ventriculo Derecho
LAEDV	Volumen Telediastólico de Aurícula Izquierda
LVEDV	Volumen Telediastólico de Ventriculo Izquierdo



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

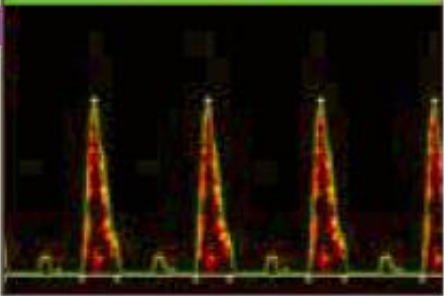


DOPPLER  
ESOFÁGICO



Hipovolemia

CO	SV	FTc
4.7	47	300
IV	SD	IRI
63.0	6.7	99



Recuperación

CO	SV	FTc
6.2	64	340
IV	SD	IRI
63.5	10.0	97



Aorta  
Descendente



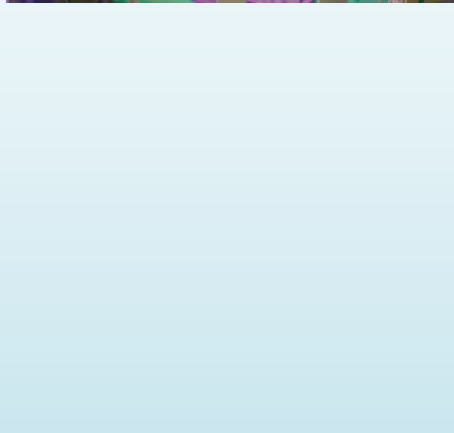
El Doppler detecta el líquido que desciende por una columna y mide la distancia recorrida por el en cada latido.

El algoritmo exclusivo de Deltex aporta el componente volumétrico a esta medición lineal, convirtiendo distancia latido en volumen latido.

$$VL = DL \times Da$$

$$GC = VL \times 60 / (\text{tiempo del ciclo})$$

DL: Distancia Latido  
Da: Diámetro Aórtico



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA  
EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

Figura 17: Doppler Esofágico para la Valoración del Estado de Volemia y del Gasto Cardíaco.

## ESTRATEGIA DE FLUIDOTERAPIA PARA LA RESTITUCIÓN DE LA PERFUSIÓN SISTÉMICA DE LOS ÓRGANOS

### EVALUAR LA PROBABILIDAD DE RESPONDER A UN RETO DE FLUIDOS

cVCI, dVCI (VM)  
VPP, VVS, VVFA  
Test de Oclusión  
tele-espiratoria.  
Elevación Pasiva De  
Piernas con  
Evaluación  
Ultrasonográfica.

### DETERMINAR LA VARIACIÓN DEL VS Y EL GC A UN RETO DE FLUIDOS

Evaluación por  
Ecocardiografía,  
técnicas de  
termodilusión  
transpulmonar o  
pulmonar del  
incremento del VS  
y/o GC (>10% o 15%)  
con un reto de 500  
ml de fluidos.

### CONSIDERAR LA PRESENCIA DE CONGESTIÓN PULMONAR COMO LIMITANTE

Ecografía Pulmonar  
pre y post reto de  
Fluidos: Aparición  
de líneas B difusas.

Cuantificación del  
Agua pulmonar  
extravascular:  
(APEV > 10 ml/kg)

### OBJETIVO: EL EQUILIBRIO ENTRE ENTREGA Y CONSUMO DE OXÍGENO

Saturación Venosa  
Central (CVC) > 70%

Saturación Venosa  
Mixta (CAP) > 65%

Lactato < 2 mmol/L



Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La  
Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica

Accidente Luminoso: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura

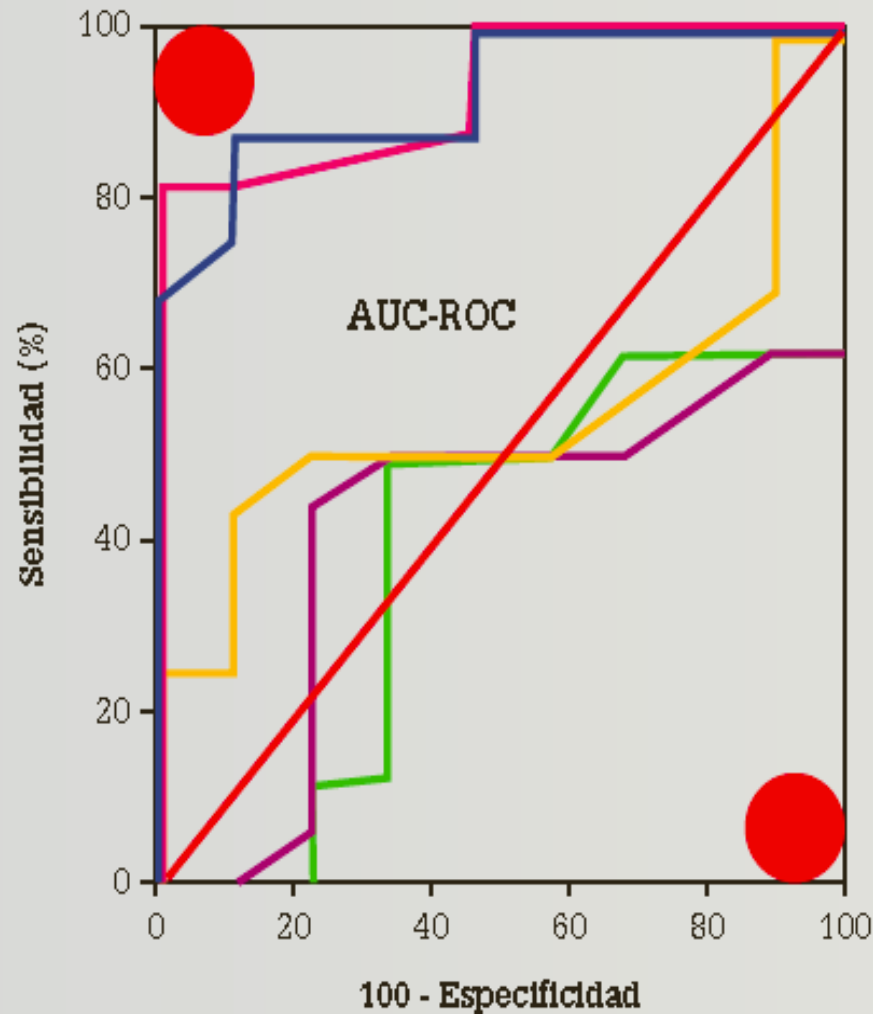
El Mito De La Muerte Encefálica, Parte 2

Coriocarcinoma: Caso Clínico Patológico



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA  
EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**

Máxima Sensibilidad  
Máxima Especificidad



- Índice de Variabilidad Volumen Sistólico
- Índice de Variabilidad de la Presión de Pulso
- Índice Cardíaco
- Presión de Enclavamiento Capilar Pulmonar (PCWP)
- Presión Venosa Central

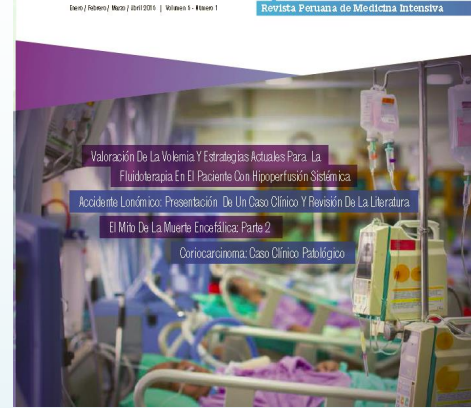
#### AUC-ROC

- 0,90 - 1,00 = Excelente
- 0,80 - 0,90 = Bueno
- 0,70 - 0,80 = Regular

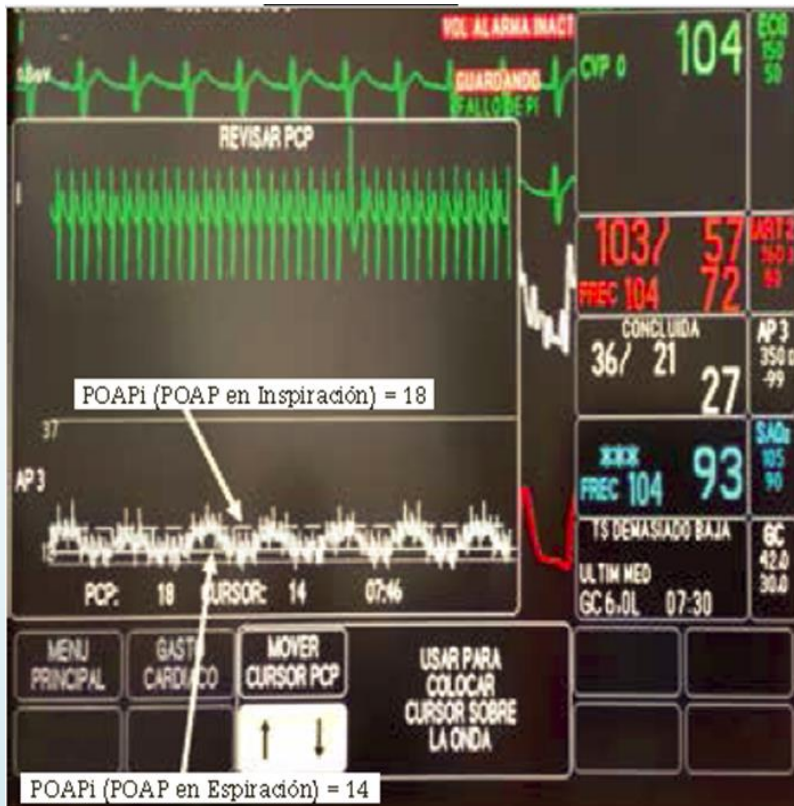
Minima Sensibilidad  
Minima Especificidad

"El Área bajo la Curva - ROC, nos permite determinar la capacidad de discriminación de una prueba con respecto al estándar de oro. Cuanto mayor sea el AUC-ROC (curva aproximándose al extremo superior izquierdo), mayor el poder de discriminación de la prueba. En el caso de los parámetros predictores de respuesta a fluidos, sus valores cuantitativos se cotejan frente al estándar de oro (incremento del volumen sistólico o gasto cardíaco > 10-15%)"

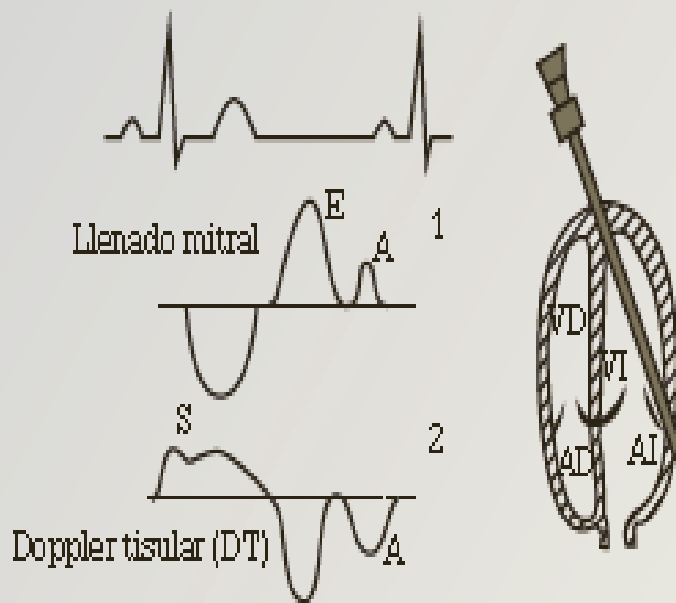
Figura 1: Curva AUC-ROC para discriminar Respondedores de No respondedores a retos con fluidos.



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA**  
EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA



### ESTIMACIÓN DE LA PRESIÓN DE CUÑA POR ECOGRAFÍA



- La velocidad pico de la onda E obtenida por Doppler tisular ( $E_a$ ) se correlaciona con la relajación ventricular y es relativamente independiente de la precarga.
- El cociente entre la velocidad pico de la onda E mitral y la velocidad E del anillo lateral mitral ( $E/E_a$ ) muestra elevadas correlaciones con la PCP.

- Valores  $>15$  predicen una PCP  $> 15$  mmHg.
- Prácticamente siempre ( $PCP = 1.24 [E/E_a + 1.9]$ ).
- Valores  $< 8$  se asocian con valores normales de la PCP.
- No obstante, los valores de  $E/E_a$  entre 8 y 15 tienen valores predictivos bajos.

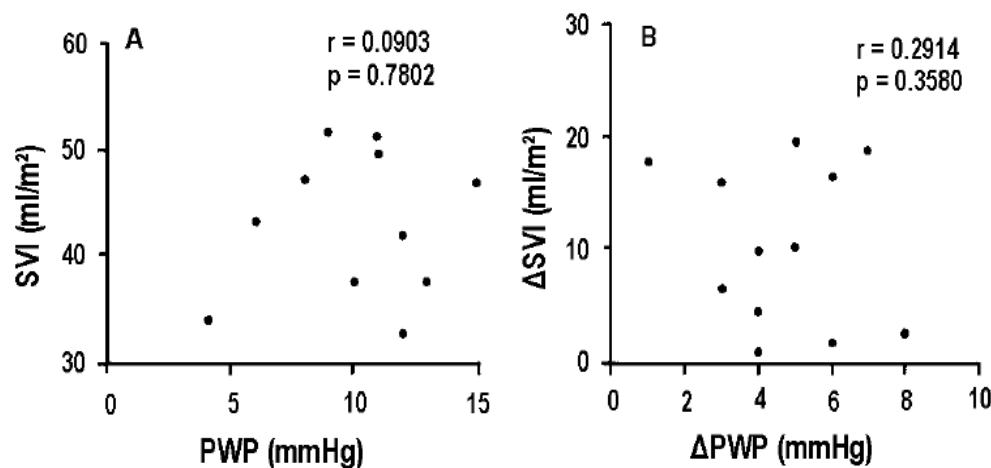
Figura 7: Estimación de la POAP mediante Ecocardiografía Doppler.

$$POAP_c = POAP_e - IT \times PEEP$$

$$IT = \frac{POAP_i - POAP_e}{P_{plat} - PEEP}$$

- $POAP_c$  = POAP Pulmonar corregida transmural
  - $POAP_i$  = POAP en fase Inspiratoria
  - $POAP_e$  = POAP en fase Espiratoria
  - IT = Índice de Transmisibilidad
  - $P_{plat}$  = Presión "plateau" o meseta
  - PEEP = Presión positiva al final de la espiración.
- "Convertir Presiones de Ventilación Mecánica de cmH<sub>2</sub>O a mmHg multiplicándolo por 0,74<sup>88</sup>."

Figura 14: Determinación de la Presión de Oclusión de Arteria Pulmonar en Inspiración (POAPi) y en Espiración (POAPe).



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**



DOPPLER  
ESOFÁGICO



El Doppler detecta el líquido que desciende por una columna y mide la distancia recorrida por el en cada latido.

El algoritmo exclusivo de Deltex aporta el componente volumétrico a esta medición lineal, convirtiendo distancia latido en volumen latido.

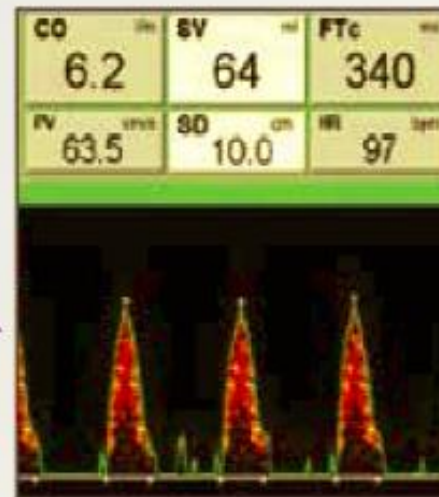
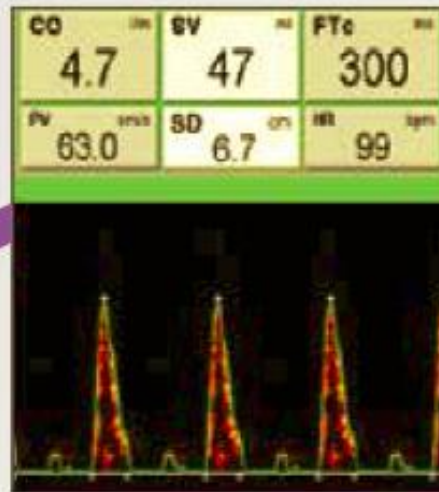
Aorta  
Descendente



Hipovolemia



Recuperación



$$VL = DL \times Da$$

$$GC = VL \times 60 / (\text{tiempo del ciclo})$$

DL: Distancia Latido

Da: Diámetro Aórtico



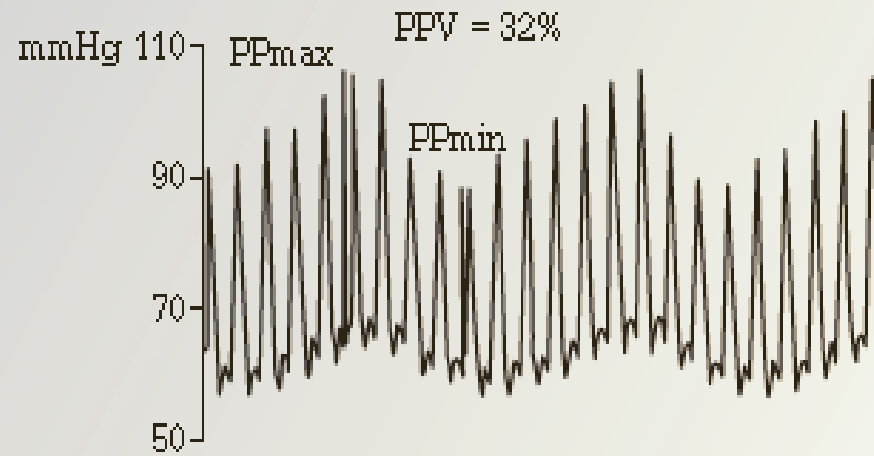
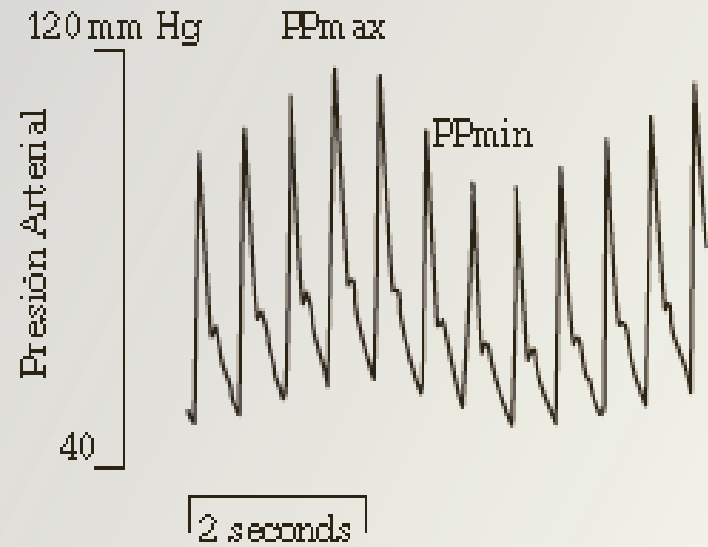
Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica  
Accidente Locomotor: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura  
El Mito De La Muerte Encefálica, Parte 2  
Corticarcinoma: Caso Clínico Patológico



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

Figura 17: Doppler Esofágico para la Valoración del Estado de Volemia y del Gasto Cardíaco.





$$VPP = \left[ \frac{PPmax - PPmin}{\frac{(PPmax + PPmin)}{2}} \right] \times 100\%$$

- Volumen tidal  $\geq$  8 ml/kg peso ideal,
- PEEP < 10 cmH<sub>2</sub>O,
- Sin arritmias cardíacas,
- Sin VAFO (ventilación de alta frecuencia oscilatoria),
- Sin hipertensión abdominal,
- Sin tórax abierto,
- Sin hipertensión arterial pulmonar,
- Sin disfunción ventricular derecha
- Sin altas dosis de drogas vasopresoras.

RESPONDEDOR A FLUIDOTERAPIA: VPP > 13%



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA**  
 EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA

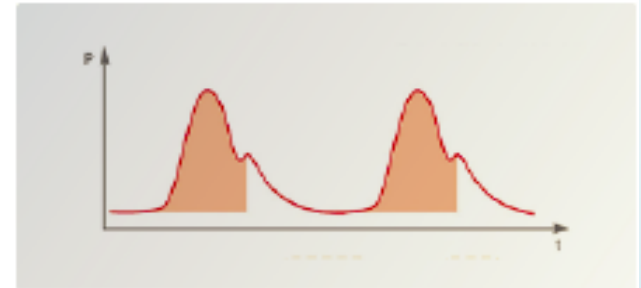
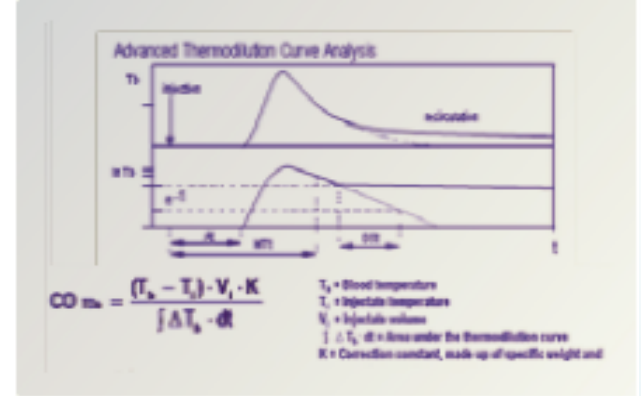
Figura 13: Determinación de la Variabilidad de Presión de Pulso.

VPP = Variabilidad de Presión de Pulso, PPmax = Amplitud máxima entre el pico sistólico y la base diastólica de la onda de presión arterial durante la fase inicial de la inspiración, PPmin = Amplitud mínima entre el pico sistólico y la base diastólica al final de la inspiración.



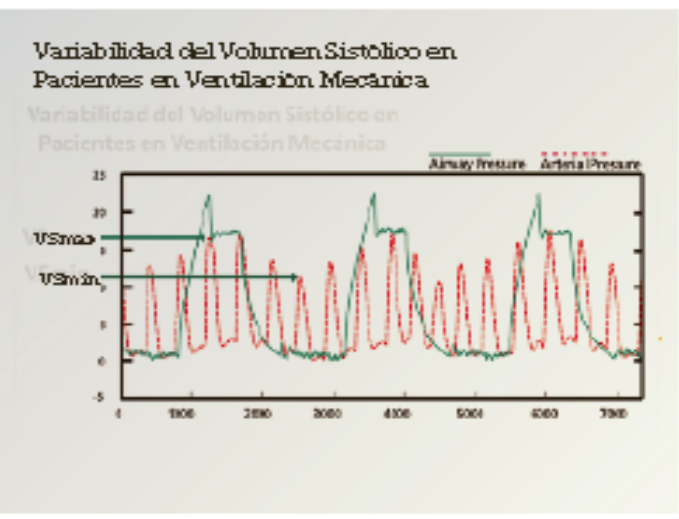
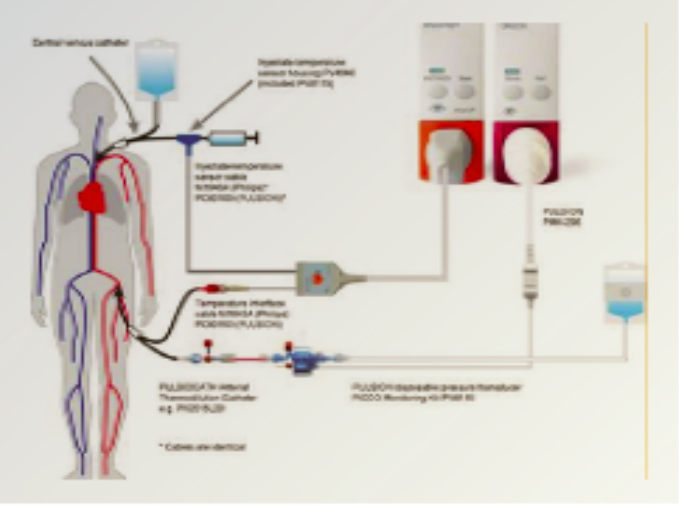
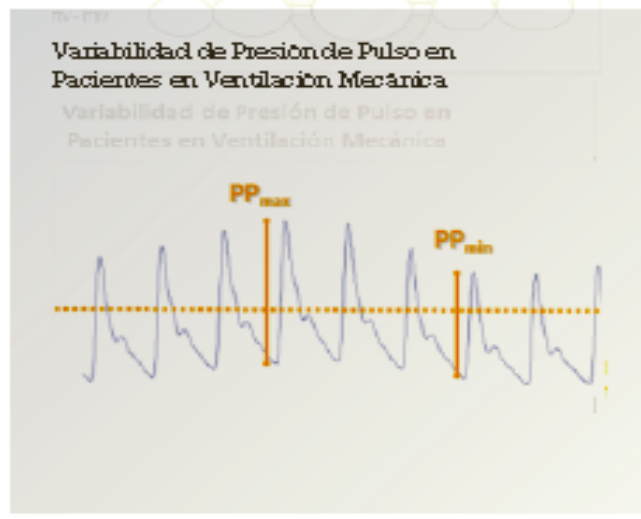
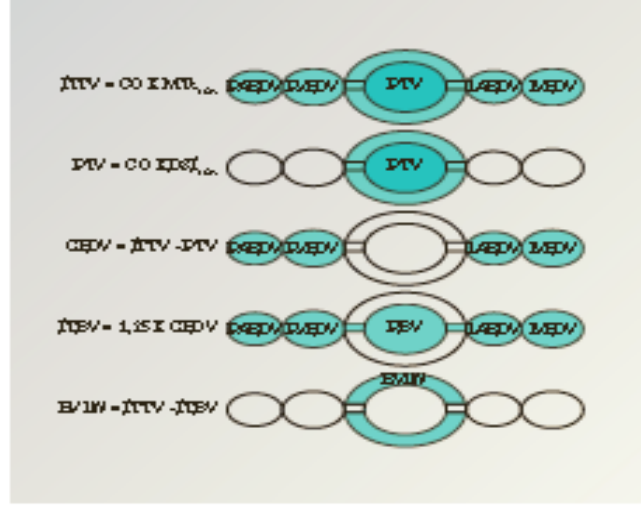
# VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA

- Volumen tidal ≥ 8 ml/kg peso ideal,
- PEEP < 10 cmH2O,
- Sin arritmias cardíacas,
- Sin VAFO (ventilación de alta frecuencia oscilatoria),
- Sin hipertensión abdominal,
- Sin tórax abierto,
- Sin hipertensión arterial pulmonar,
- Sin disfunción ventricular derecha
- Sin altas dosis de drogas vasopresoras.



$$PCCO = cal \cdot HR \cdot \int \left( \frac{P(t)}{SVR} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

Patient specific calibration, Heart rate, Area under the pressure curve, Arterial compliance, Slope of curve



$$VVS = \left[ \frac{VS_{max} - VS_{min}}{VS_{max} + VS_{min}} \right] \times 100\%$$

VVS = Variabilidad de Volumen Sistólico  
 VS<sub>max</sub> = Amplitud máxima de la Onda de Volumen Sistólico durante la fase inicial de la inspiración.  
 VS<sub>min</sub> = Amplitud mínima de la Onda de Volumen Sistólico al final de la inspiración.

Figura 16: Método de Termo dilución Transpulmonar y Análisis del Contorno de la Onda de Pulso para la determinación de Parámetros Estáticos Volumétricos y Parámetros Dinámicos así como el Gasto Cardíaco y Volumen Sistólico.

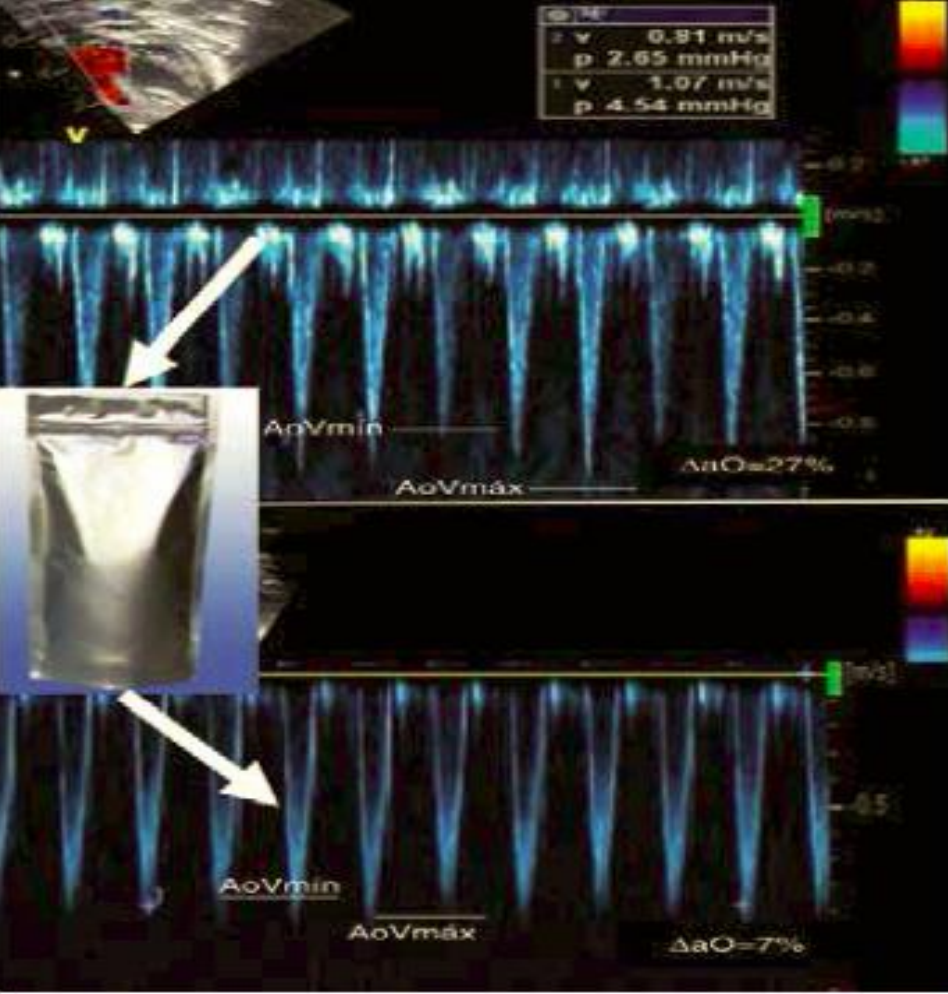


Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipertensión Sistémica  
 Accidente Luminoso: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura  
 El Mito De La Muerte Encefálica: Parte 2  
 Carcinoma: Caso Clínico: Patológico

- Volumen tidal ≥ 8 ml/kg peso ideal,
- PEEP < 10 cmH2O,
- Sin arritmias cardíacas,
- Sin VAFO (ventilación de alta frecuencia oscilatoria),
- Sin hipertensión abdominal,
- Sin tórax abierto,
- Sin hipertensión arterial pulmonar,
- Sin disfunción ventricular derecha
- Sin altas dosis de drogas vasopresoras.



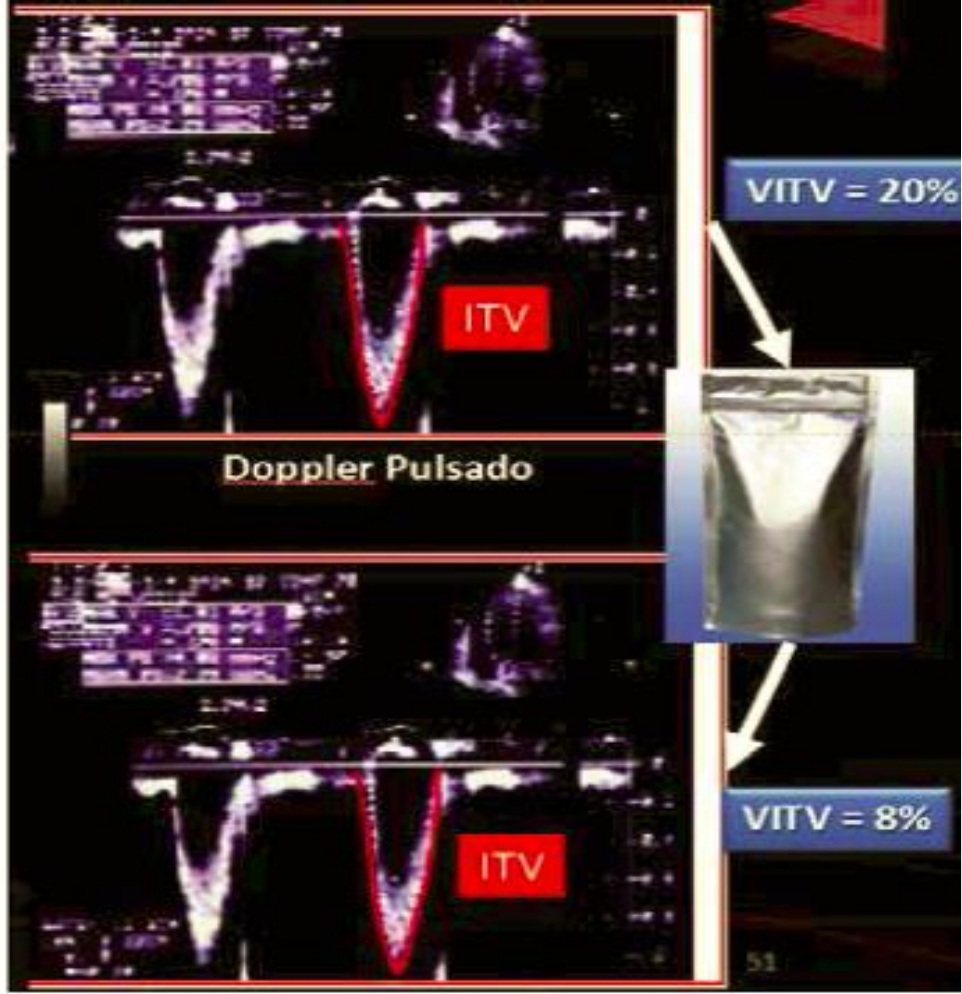
**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**



**VARIABILIDAD DE LA VELOCIDAD DE FLUJO AÓRTICO**

$$VVFA = \left[ \frac{VFAMax - VFAMin}{(VFAMax + VFAMin)} \right] \times 100\%$$

RESPONDEDOR A FLUIDOTERAPIA: VVFA > 13%



**VARIABILIDAD DE LA INTEGRAL TIEMPO VELOCIDAD**

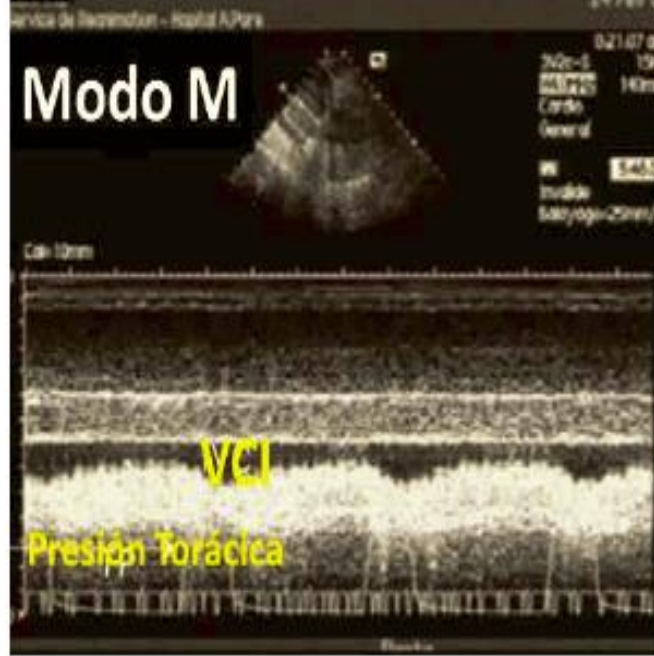
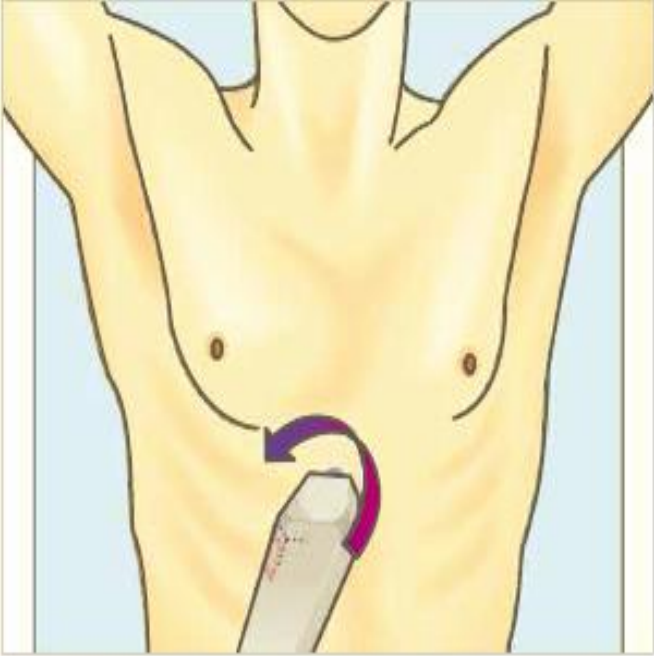
$$VITV = \left[ \frac{ITVmax - ITVmin}{(ITVmax + ITVmin)} \right] \times 100\%$$

RESPONDEDOR A FLUIDOTERAPIA: VITV > 13%

Figura 11: Determinación por Ecocardiografía Doppler de la Variabilidad de Velocidad de Flujo Aórtico y de la Integral Tiempo Velocidad.



Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica  
 Accidente Luminoso: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura  
 El Mito De La Muerte Encefálica: Parte 2  
 Carcinoma: Caso Clínico: Patológico

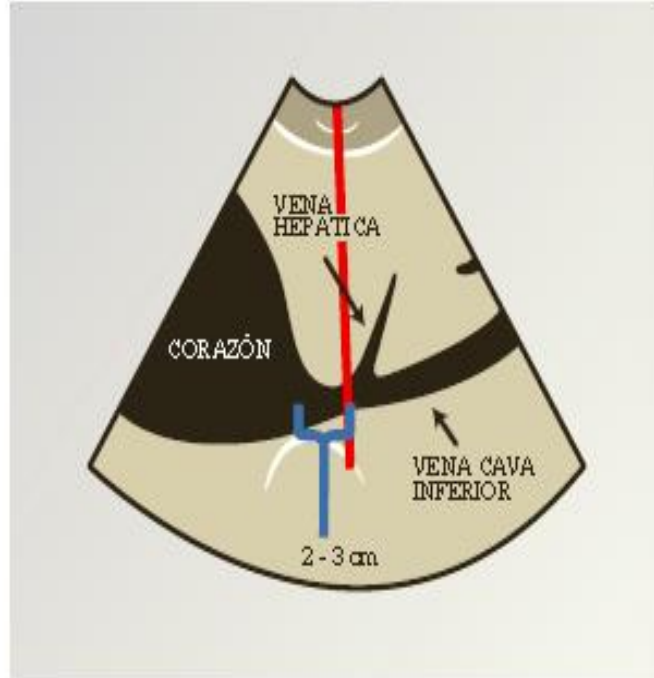
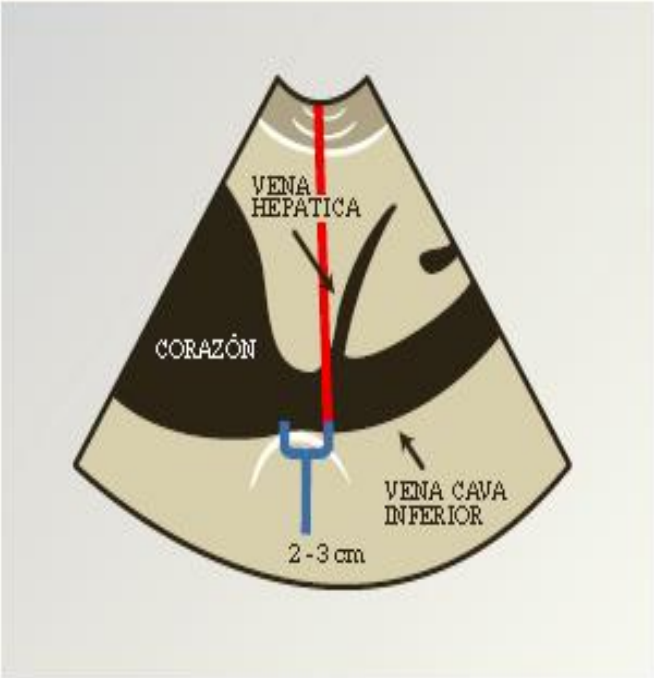


**Sin VM:**

$$cVCI = \left( \frac{VCI (d>) - VCI (d<)}{VCI (d>)} \right) \times 100$$

VCI (d>) = Diámetro mayor de Vena Cava Inferior  
 VCI (d<) = Diámetro menor de Vena Cava Inferior

**cVCI > 40-50%**



**Con VM:**

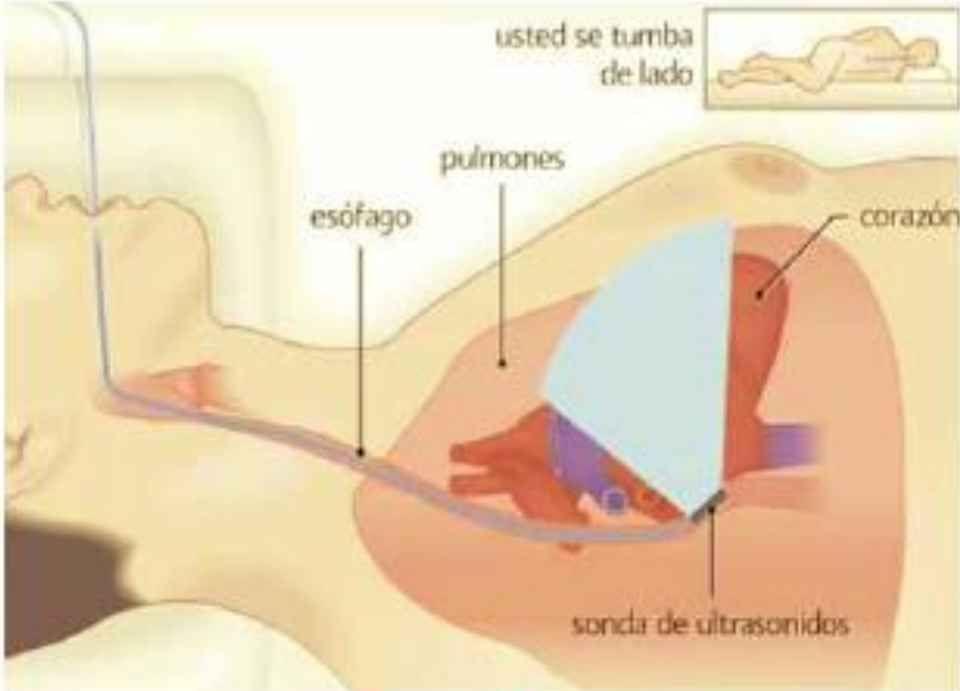
$$dVCI = \left( \frac{VCI (d>) - VCI (d<)}{VCI (d<)} \right) \times 100$$

**dVCI > 18%**



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

Figura 9: Evaluación Ecográfica de Vena Cava Inferior.



ESÓFAGO MEDIO BICAVAL

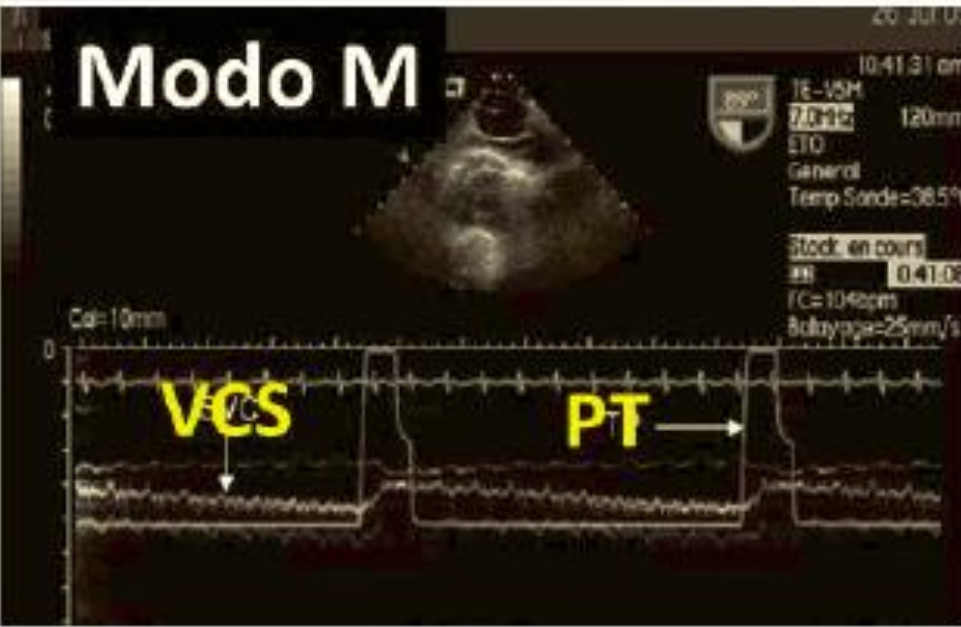
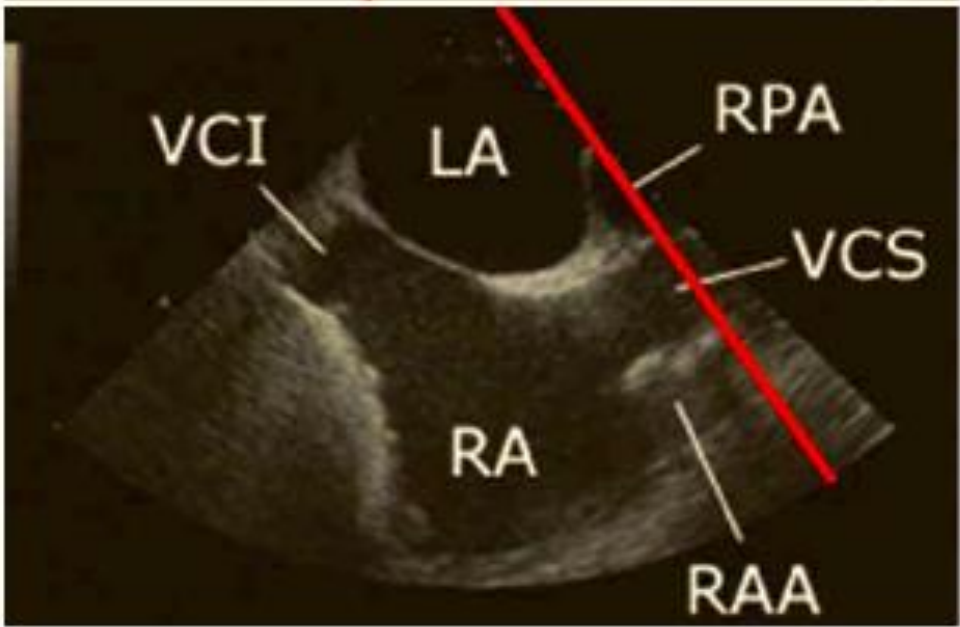


Figura 10: Evaluación Ecográfica Trans-esofágica de Vena Cava Superior.



**Con VM:**

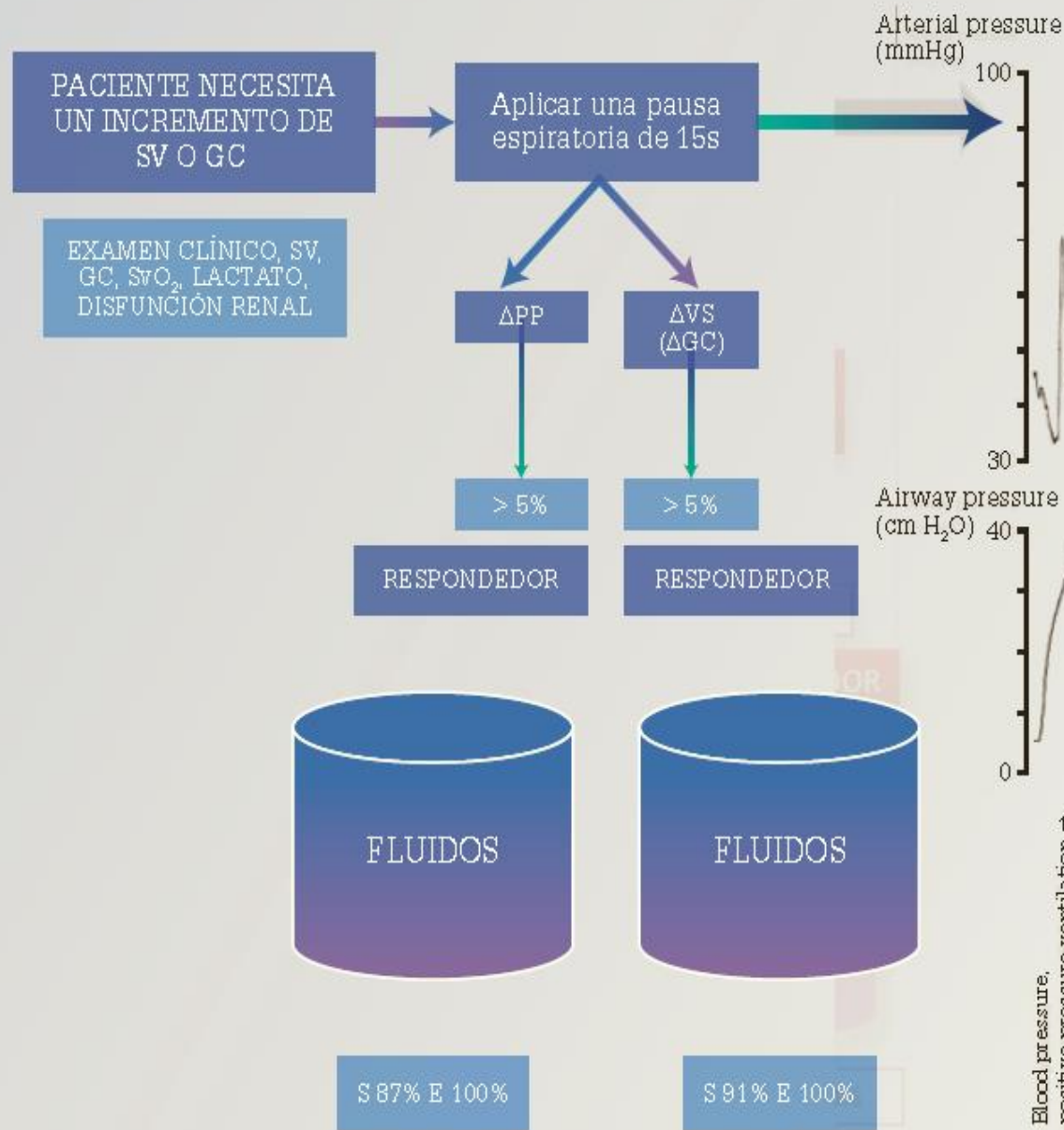
$$cVCS = \left( \frac{VCS(d>) - VCS(d<)}{VCS(d>)} \right) \times 100$$

VCS(d>) = Diámetro mayor de Vena Cava Superior  
 VCS(d<) = Diámetro menor de Vena Cava Superior

**cVCS > 36%**



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**



Airway pressure (cm H<sub>2</sub>O)

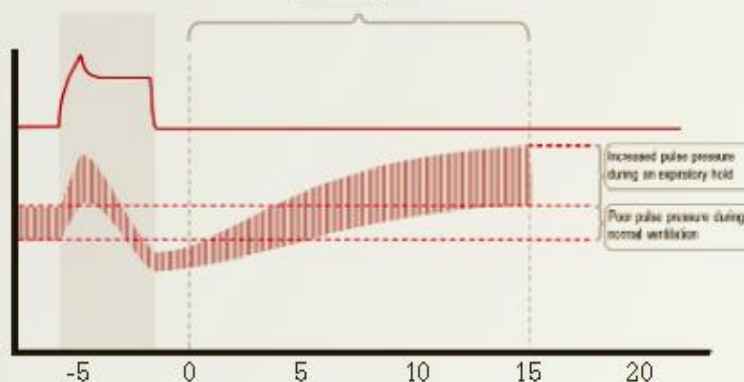
40

0

Expiratory hold

Blood pressure, positive pressure ventilation ↑

Time (seconds)



Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica

Accidente Locomotor: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura

El Mito De La Muerte Encefálica, Parte 2

Coriocarcinoma: Caso Clínico Patológico

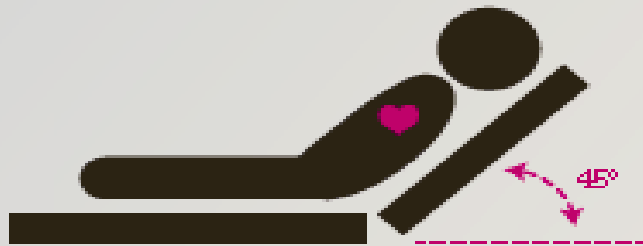


**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**

Figura 21: Test de Oclusión Tele-espiratoria para Valoración de Respuesta a Fluidos.

# MANIOBRA ACTUAL DE ELEVACIÓN PASIVA DE MIEMBROS INFERIORES

Medición basal de parámetro dinámico o VS (GC)



Posición Semi-sentada

Medición final (1 a 2 min después) del parámetro dinámico o VS (GC)



Elevación pasiva de miembros inferiores

$$\Delta VS = \left[ \frac{VS \text{ final} - VS \text{ basal}}{VS \text{ basal}} \right] \times 100$$

Valoración:

- Parámetro dinámico > punto de corte
- $\Delta VS$  (o  $\Delta GC$ ) > 10 - 15%

Respondedor.

Entonces, reto de volumen:  
500 ml del fluido adecuado  
en 20 - 30 min y reevaluación



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA**  
EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA

Figura 18: Elevación Pasiva de Miembros Inferiores (EPMI = PLR)

PARÁMETROS PREDICTORES	CONTEXTO CLÍNICO			
	CON VM			SIN VM
	Modo controlado, VT > 8 ml/kg PI, PEEP < 10 cmH <sub>2</sub> O, No arritmias	Otro modo ventilatorio, o VT < 8 ml/kg PI, o arritmias	VM protectora pulmonar con: VT < 8 ml/kg PI, PEEP > 10 cmH <sub>2</sub> O, Compliance < 30 ml/cmH <sub>2</sub> O, Reclutamiento Alveolar	
(+) Responder (-) No responder				
VPP	(+) > 13% (-) < 10%	No válido	(+) > 13% < 10%: Falso (-)	No válido
VVS	(+) > 13% (-) < 10%	No válido	(+) > 13% < 10%: Falso (-)	No válido
VVFA	(+) > 13% (-) < 10%	No válido	(+) > 13% < 10%: Falso (-)	No válido
cVCI	No válido	No válido	No válido	(+) > 50% (-) < 50%
dVCI	(+) > 18% (-) < 15%	No válido	No válido	cVCI
Test Oclusión Tele-Espiratoria	(+) $\Delta$ PP > 5% (-) $\Delta$ PP < 5%	(+) $\Delta$ PP > 5% (-) $\Delta$ PP < 5%	(+) $\Delta$ PP > 5% (-) $\Delta$ PP < 5%	-
Elevación pasiva de Miembros Inferiores	(+) $\Delta$ GC > 10% (-) $\Delta$ GC < 10%	(+) $\Delta$ GC > 10% (-) $\Delta$ GC < 10%	(+) $\Delta$ GC > 10% (-) $\Delta$ GC < 10%	(+) $\Delta$ GC > 10% (-) $\Delta$ GC < 10%

$\Delta$ PP: Incremento de la Presión de Pulso Arterial.  $\Delta$ GC: Incremento del Gasto Cardíaco.



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA**  
EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA



## ESTRATEGIA DE FLUIDOTERAPIA PARA LA RESTITUCIÓN DE LA PERFUSIÓN SISTÉMICA DE LOS ÓRGANOS

### EVALUAR LA PROBABILIDAD DE RESPONDER A UN RETO DE FLUIDOS

cVCI, dVCI (VM)  
VPP, VVS, VVFA  
Test de Oclusión  
tele-espiratoria.  
Elevación Pasiva De  
Piernas con  
Evaluación  
Ultrasonográfica.

### DETERMINAR LA VARIACIÓN DEL VS Y EL GC A UN RETO DE FLUIDOS

Evaluación por  
Ecocardiografía,  
técnicas de  
termodilusión  
transpulmonar o  
pulmonar del  
incremento del VS  
y/o GC (>10% o 15%)  
con un reto de 500  
ml de fluidos.

### CONSIDERAR LA PRESENCIA DE CONGESTIÓN PULMONAR COMO LIMITANTE

Ecografía Pulmonar  
pre y post reto de  
Fluidos: Aparición  
de líneas B difusas.

Cuantificación del  
Agua pulmonar  
extravascular:  
(APEV > 10 ml/kg)

### OBJETIVO: EL EQUILIBRIO ENTRE ENTREGA Y CONSUMO DE OXÍGENO

Saturación Venosa  
Central (CVC) > 70%

Saturación Venosa  
Mixta (CAP) > 65%

Lactato < 2 mmol/L



Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La  
Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica

Accidente Luminoso: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura

El Mito De La Muerte Encefálica: Parte 2

Coriocarcinoma: Caso Clínico Patológico



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA  
EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**

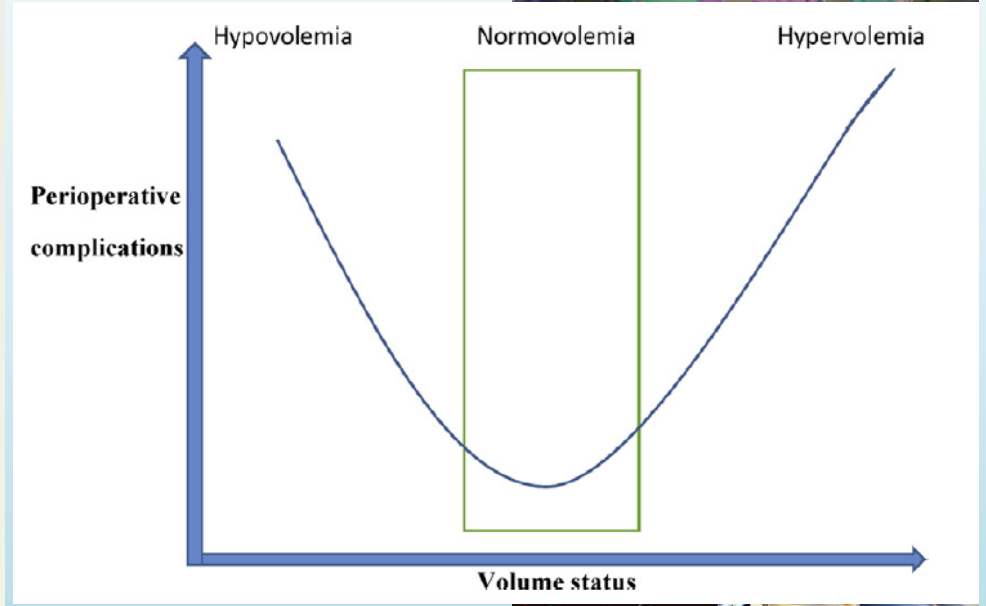
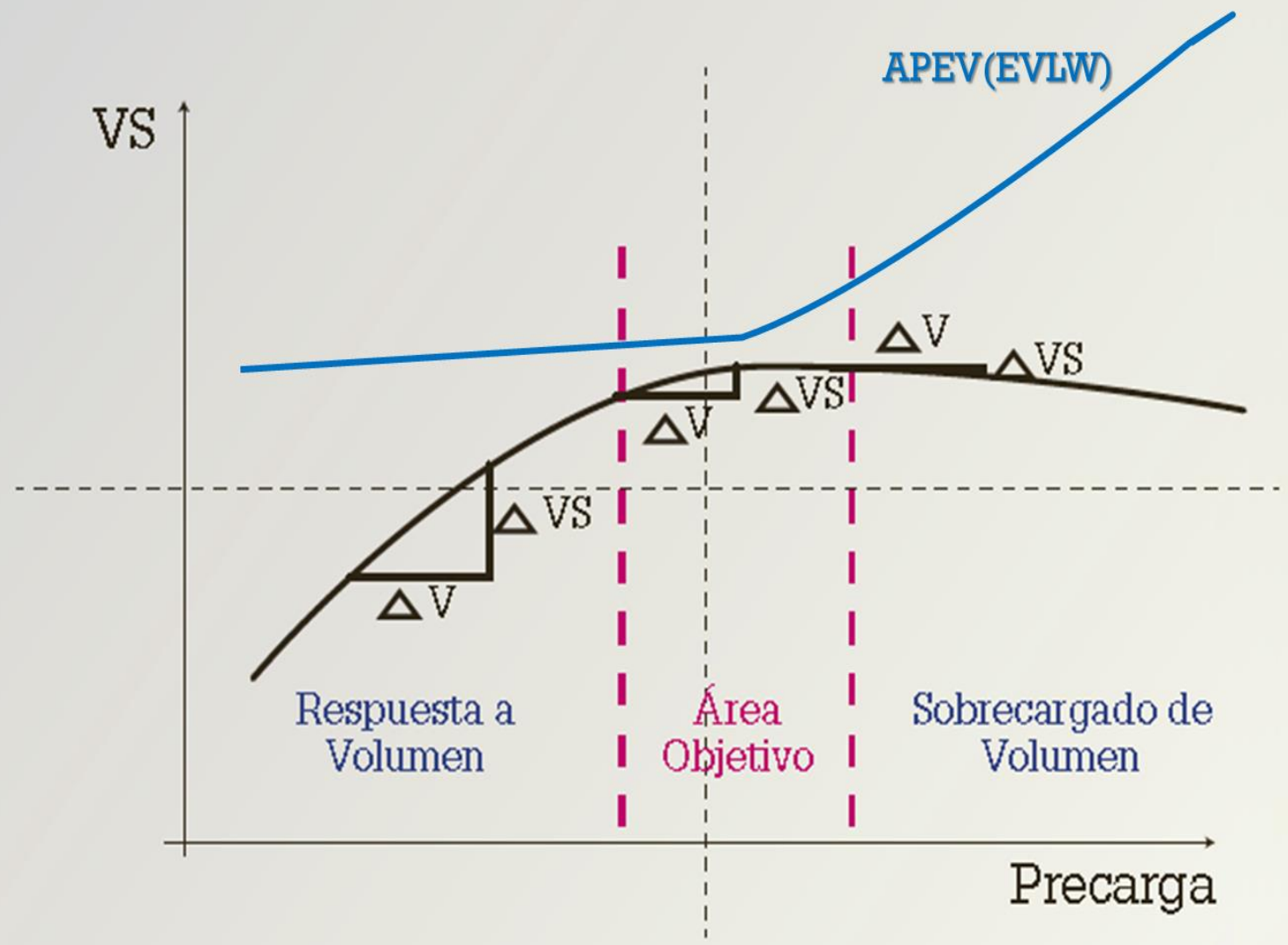


Figura 19: Fases de la Curva de Frank-Starling (Precarga – Volumen Sistólico) para el entendimiento de la adecuada respuesta a fluidos.

**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**

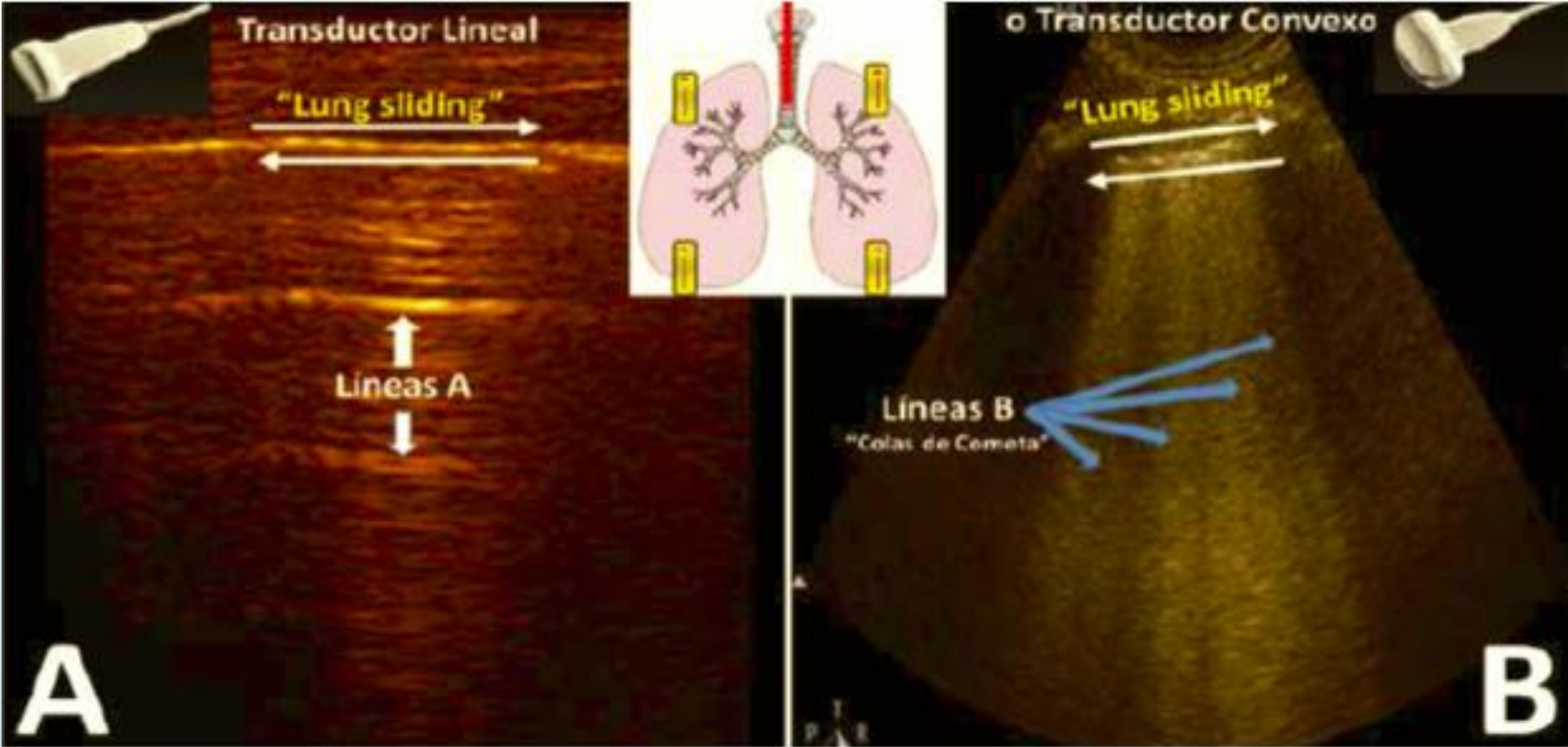


Figura 8: Ecografía pulmonar: (A) Patrón normal o en paciente sin congestión pulmonar, (B) Patrón anormal como en los pacientes con congestión pulmonar.

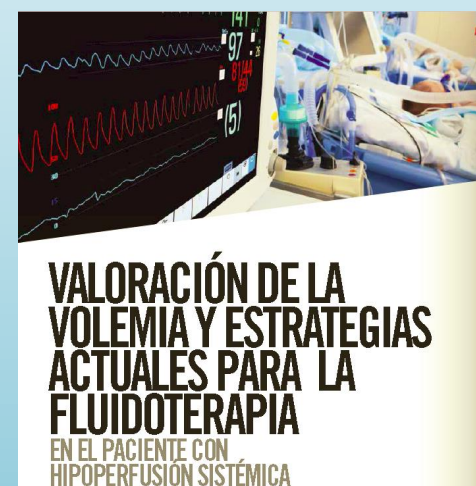
# AGUA PULMONAR EXTRAVASCULAR

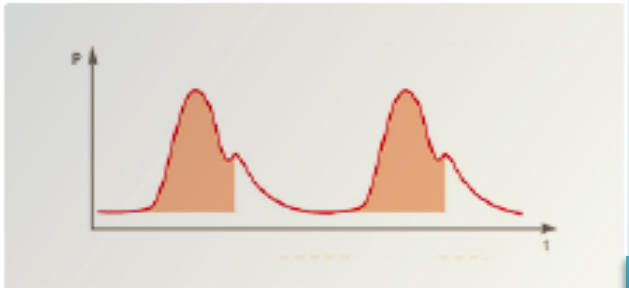
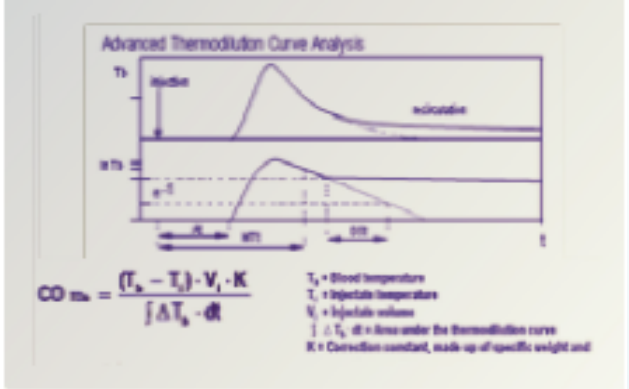
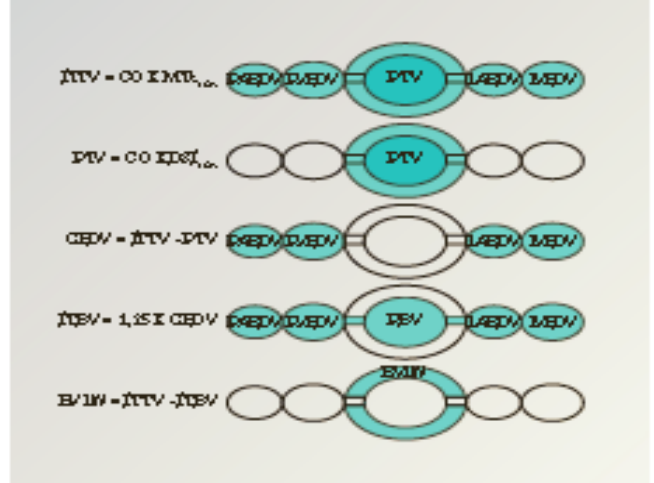
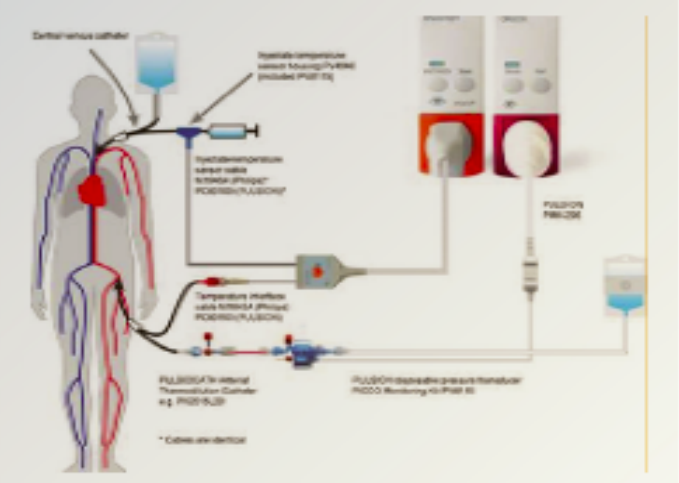


**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**



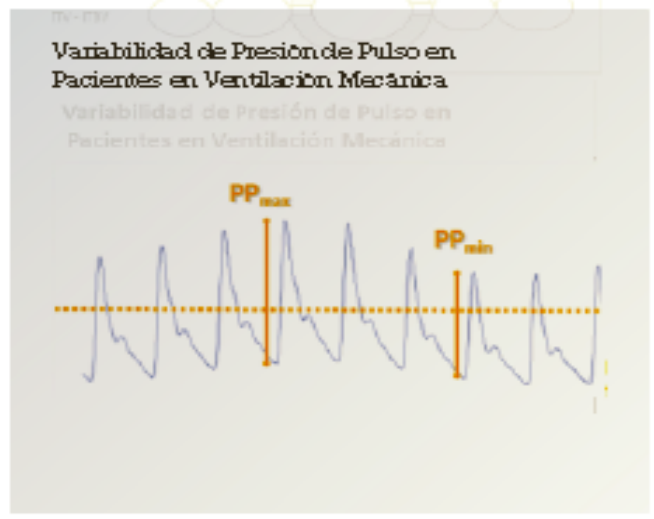
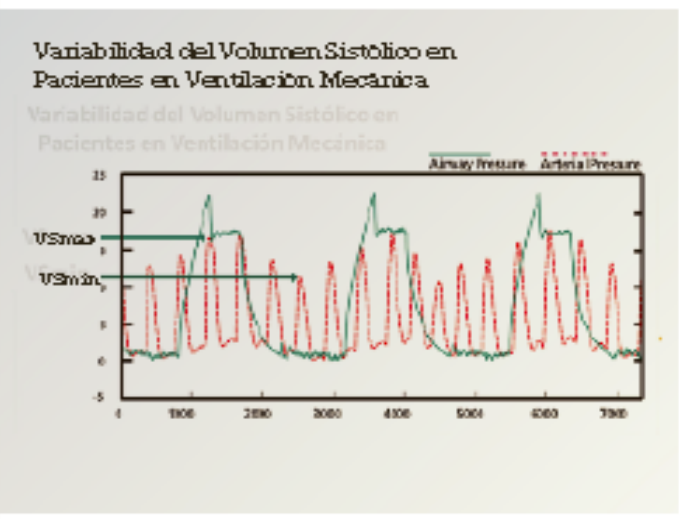
Figura 22: Sistema Práctico Propuesto para el Reporte de los Hallazgos Pulmonares durante los Restos con Fluidos.





$$PCCO = cal \cdot HR \cdot \int \left( \frac{P(t)}{SVR} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

Patient specific calibration  
 Heart rate  
 Area under the pressure curve  
 Arterial compliance  
 Slope of the pressure curve



$$VVS = \left[ \frac{VS_{max} - VS_{min}}{VS_{max} + VS_{min}} \right] \times 100\%$$

VVS = Variabilidad de Volumen Sistólico  
 VS<sub>max</sub> = Amplitud máxima de la Onda de Volumen Sistólico durante la fase inicial de la inspiración.  
 VS<sub>min</sub> = Amplitud mínima de la Onda de Volumen Sistólico al final de la inspiración.

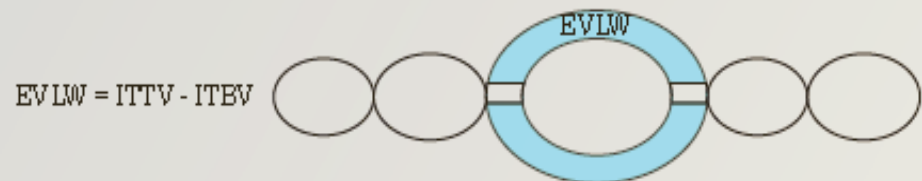
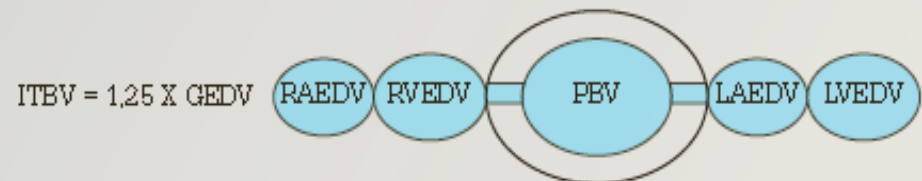
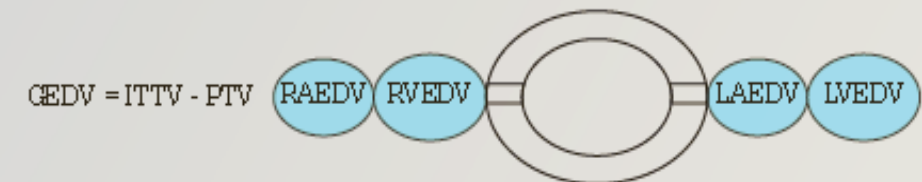
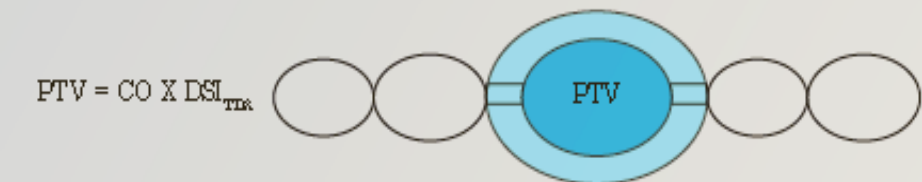
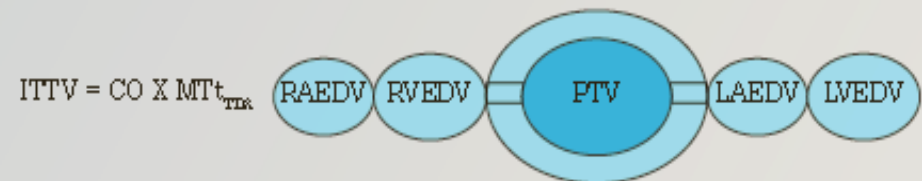
# AGUA PULMONAR EXTRAVASCULAR



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA**

Figura 16: Método de Termo dilución Transpulmonar y Análisis del Contorno de la Onda de Pulso para la determinación de Parámetros Estáticos Volumétricos y Parámetros Dinámicos así como el Gasto Cardíaco y Volumen Sistólico.

Cuadro 3 | Volúmenes Calculados con el Método de Termo dilución Transpulmonar más el Análisis de la Onda de Presión Arterial.



ITTV	Volumen Térmico Intra-Torácico
CO	Gasto Cardíaco
$MTt_{TDA}$	Tiempo Medio de Tránsito (termodilución)
PTV	Volumen Fluidos Total Pulmonar
$DSt_{TDA}$	Tiempo de Descenso (termodilución)
GEDV	Volumen Global Telediastólico
ITBV	Volumen Sanguíneo Intratorácico
EVLW	Agua Pulmonar Extravascular
PBV	Volumen Sanguíneo Pulmonar
PVPI	Índice de Permeabilidad Vascular Pulmonar
RAEDV	Volumen Telediastólico de Aurícula Derecha
RVEDV	Volumen Telediastólico de Ventriculo Derecho
LAEDV	Volumen Telediastólico de Aurícula Izquierda
LVEDV	Volumen Telediastólico de Ventriculo Izquierdo



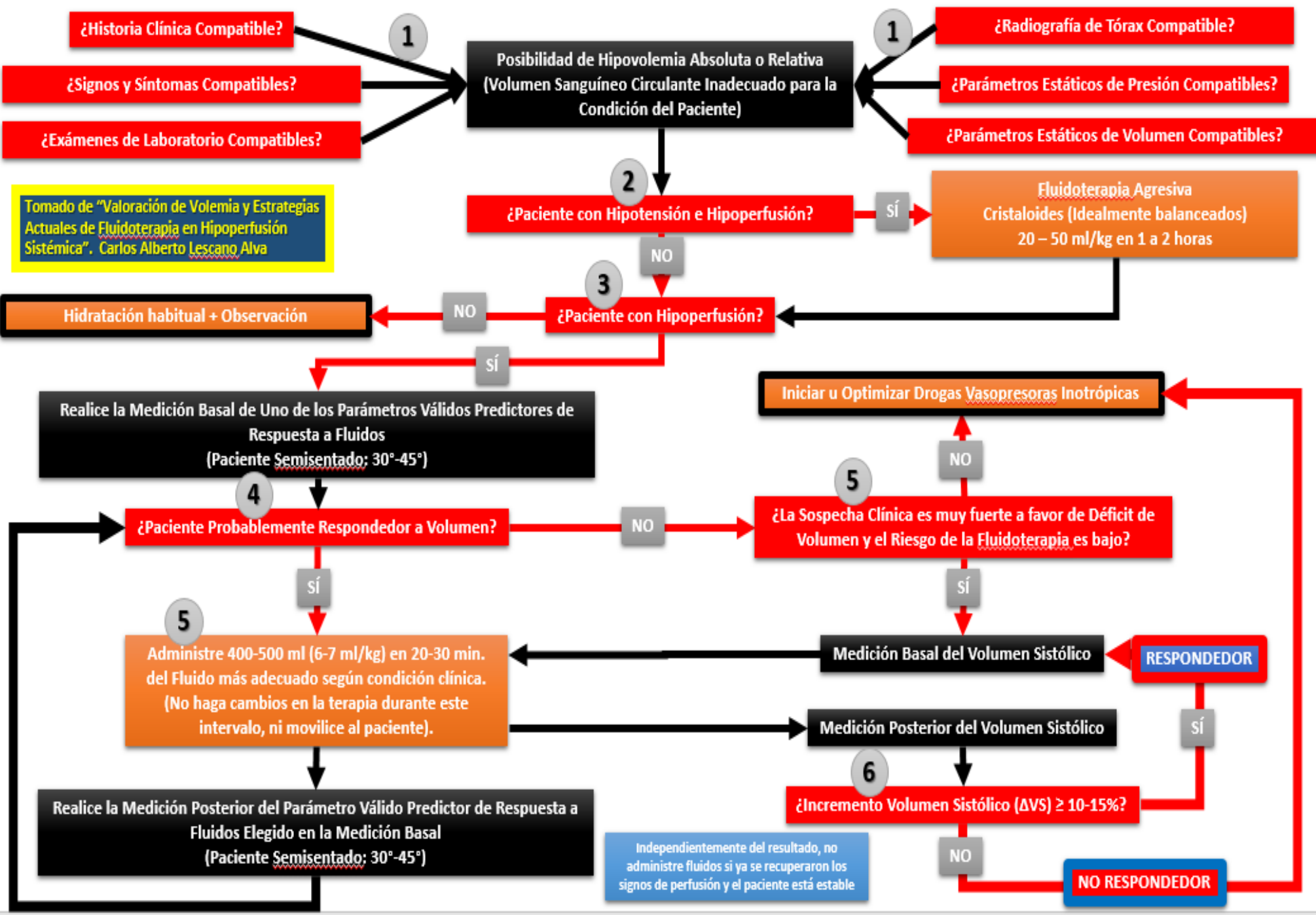
## AGUA PULMONAR EXTRAVASCULAR



**VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSION SISTÉMICA**



# VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA EN EL PACIENTE CON HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA



Cuadro 4 | Características de las Soluciones para la Fluido terapia<sup>79</sup>

Solutos	Plasma	Coloides				Cristaloides			
		Albúmina 4%	HES 6% 130/0,4	Dextran	Gelatina	Salino Normal	Lactato Ringer	Solución Hartman	Plasma- Lyte
Na+	135 - 145	148	154	154	154	154	130	131	140
K+	4,0 - 5,0	0	0	0	0	0	4,5	5	5
Ca <sup>2+</sup>	2,2 - 2,6	0	0	0	0	0	2,7	4	0
Mg <sup>2+</sup>	1,0 - 2,0	0	0	0	0	0	0	0	15
Cl-	95 - 110	128	154	154	120	154	109	111	98
Acetato	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Lactato	0,8 - 1,8	0	0	0	0	0	28	29	0
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Bicarbonato	23 - 26	0	0	0	0	0	0	0	0
Osmolaridad	291	250	286 - 308	308	274	308	280	279	294
Coloide	35 - 45	20	60	100	40	0	0	0	0

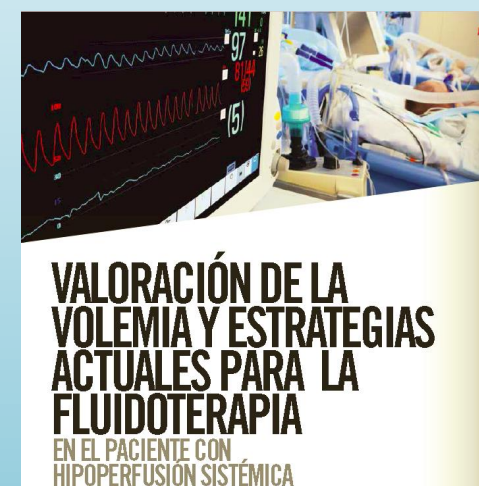
Osmolaridad (mOsm/L); coloides (g/L); todos los otros solutos (mmol/L)



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA**  
 EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSION SISTÉMICA



¿Qué?	<p>Use soluciones salinas isotónicas, tamponadas, como fluidos de resucitación de primera línea.</p> <p>Considere la solución salina isotónica en pacientes hipovolémicos, alcalóticos.</p> <p>Use sangre fresca o componentes sanguíneos en pacientes con hemorragia activa.</p> <p>Considere los coloides en pacientes severamente hipovolémicos como fluidos de resucitación de segunda línea.</p>
¿Dónde?	<p>Emplee los cristaloides por su fácil disponibilidad en escenarios pre-hospitalarios, militares, y de bajos ingresos.</p> <p>Emplee productos sanguíneos para la hemorragia aguda en la resucitación quirúrgica y del trauma.</p>
¿Cuándo?	<p>Los requerimientos de fluidos cambian en el tiempo.</p> <p>La resucitación con fluidos son una intervención clave durante la fase de salvataje de la resucitación (0-24 horas)</p> <p>El requerimiento de fluidos disminuye durante las fases de optimización y estabilización de la resucitación (24-96 horas)</p> <p>Los fluidos se deben reducir o restringir durante la fase de de-escalación (&gt; 96 horas)</p>
¿Por qué?	<p>La resucitación con fluidos se debe utilizar principalmente para tratar la hipovolemia sintomática.</p> <p>Los fluidos de mantenimiento solo deben emplearse en los pacientes que son incapaces de mantener una adecuada hidratación enteral.</p>
¿Cómo?	<p>Considere la historia, la etiología, y el curso de la enfermedad cuando seleccione y administre los fluidos de resucitación.</p> <p>Ningún parámetro clínico o fisiológico mide exactamente el volumen intravascular.</p> <p>Identifique y reemplace los fluidos que más probablemente se hayan perdido con volúmenes equivalentes.</p> <p>Considere la osmolaridad sérica y el estado ácido-base cuando seleccione un fluido de resucitación.</p> <p>Considere el uso temprano de vasopresores además de fluidos, particularmente durante las fases de salvataje y optimización.</p> <p>Considere el balance de fluidos acumulado cuando seleccione la dosis del fluido de resucitación.</p> <p>No use fluidos para tratar perturbaciones fisiológicas aisladas tales como la oliguria.</p> <p>Emplee bolo de fluidos con precaución en pacientes con shock compensado, particularmente niños.</p> <p>Emplee la menor cantidad de volumen en bolo necesario para tratar la hipovolemia, particularmente cuando la fase de salvataje se ha completado.</p> <p>Emplee reto de fluidos con precaución para diagnosticar la respuesta a fluidos, particularmente cuando la fase de salvataje se ha completado.</p> <p>Todos los fluidos causan edema intersticial; evite volúmenes excesivos de cristaloides.</p>
¿Quién?	<p>La albúmina tiene un rol potencialmente beneficioso como un fluido adjunto en los pacientes con sepsis y shock séptico.</p> <p>La albúmina está contraindicada en pacientes con traumatismo encefalo craneano.</p> <p>No se ha establecido la seguridad de otros coloides en pacientes con traumatismo encefalo craneano.</p> <p>La solución salina es el fluido de elección en los pacientes con traumatismo encefalo craneano.</p> <p>Las soluciones salinas tamponadas son las recomendadas en pacientes que van a ser sometidos a cirugía mayor o aquellos con quemaduras.</p> <p>La seguridad y eficacia de los coloides semi-sintéticos no ha quedado establecida en ninguna población.</p> <p>El hidroxietil starch está contraindicado en pacientes con sepsis severa.</p> <p>El hidroxietil starch está contraindicado en pacientes con alto riesgo de desarrollar injuria renal aguda.</p> <p>No se establecido aun en ninguna población la seguridad y eficacia de los cristaloides hipertónicos.</p>



## CONCLUSIONES

1. La medición exacta de la volemia o VSC de un paciente no es factible en la práctica clínica diaria.
2. La historia clínica, síntomas y signos, así como los exámenes de laboratorio son útiles para sospechar la presencia de déficit de VSC pero no son suficientes para determinar si un paciente va a responder o no a la administración de fluidos.
3. La Rx Tx, los Parámetros Estáticos tanto de Presión como Volumétricos, contribuyen a reforzar la sospecha clínica de déficit de volumen pero no tienen la suficiente capacidad para discriminar al respondedor del no respondedor al reto de fluidos.
4. Son principalmente los Parámetros Dinámicos basados en la Interacción Corazón-Pulmón del paciente en Ventilación Mecánica y la Elevación Pasiva de Miembros Inferiores las principales estrategias que nos permiten discriminar mejor aquellos pacientes que van a responder al reto con fluidos de quienes no lo harán.
9. Debería tenerse suma precaución con los otros coloides (Dextranos y Gelatinas).
10. Durante el proceso de administración de fluidos se debería recurrir a la valoración del incremento del

5. Cuando se cuente con la capacidad de cuantificar el Volumen Sistólico o GC, se debería corroborar con el incremento de su valor tras un reto de fluidos la presunción sobre la capacidad de respuesta a la fluido terapia del paciente crítico. También se puede recurrir a la cuantificación de este incremento, cuando los Parámetros Predictores de Respuesta a Fluidos no se correlacionen con claridad con el cuadro clínico del paciente.
6. Los cristaloides balanceados serían los fluidos más adecuados en la fluido terapia inicial del paciente crítico sobre la solución salina normal por su menor incidencia de acidosis metabólica, hipernatremia, y falla renal aguda. En caso de alcalosis o hiponatremia se preferiría el suero fisiológico normal.
7. La Albúmina estaría indicada complementariamente a los cristaloides en los pacientes con shock séptico y con albúmina menor a 3 g/dL.
8. Debería evitarse el uso del HES a la luz de la evidencia actual.

agua pulmonar extravascular ya sea por termo dilución transpulmonar o por ECO.



**VALORACIÓN DE LA  
VOLEMIA Y ESTRATEGIAS  
ACTUALES PARA LA  
FLUIDOTERAPIA**  
EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSION SISTÉMICA

# Intensivismo

Enero / Febrero / Marzo / Abril 2015 | Volumen 5 - Número 1

Revista Peruana de Medicina Intensiva

Valoración De La Volemia Y Estrategias Actuales Para La  
Fluidoterapia En El Paciente Con Hipoperfusión Sistémica.

Accidente Lonómico: Presentación De Un Caso Clínico Y Revisión De La Literatura.

El Mito De La Muerte Encefálica: Parte 2

Coriocarcinoma: Caso Clínico Patológico



## VALORACIÓN DE LA VOLEMIA Y ESTRATEGIAS ACTUALES PARA LA FLUIDOTERAPIA

EN EL PACIENTE CON  
HIPOPERFUSIÓN SISTÉMICA

MUCHAS GRACIAS