

# Caso clínico: neuroanestesia

Sesión de Formación Continuada SARTD-CHGUV

Valencia, 8-Enero-2008



Dra. Ana Gimeno  
Dr. Francisco Gil



# CASO CLÍNICO

- > Mujer de 47 años
- > Exéresis de **meningioma** infratentorial en fosa posterior, en posición de **sedestación**

# CASO CLÍNICO

- No RAMs
- AP: VHC postransfusional hace 7 años, tras cesárea por DPPNI
- EF:
  - Obesidad, 85kg, 155cm
  - Subictericia
  - Abdomen globuloso
  - Signo oleada +

# CASO CLÍNICO

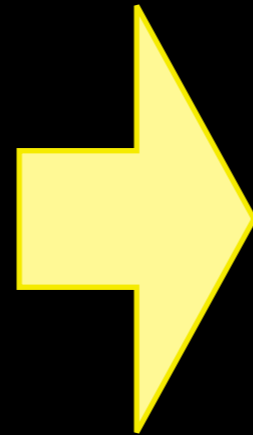
## Analítica:

- Hto 29%, Hb 9'8
- Plaq 86.000
- IQ 63%, INR 1'5, TTPA 24
- Gluc 115
- Proteínas totales 7
- GPT 35
- Na 145, K+ 3'7
- Urea 55, Creat 1'77

# CASO CLÍNICO

## Analítica:

- Hto 29%, Hb 9'8
- Plaq 86.000
- IQ 63%, INR 1'5, TTPA 24
- Gluc 115
- Proteínas totales 7
- GPT 35
- Na 145, K+ 3'7
- Urea 55, Creat 1'77



Hiperesplenismo 2° a  
hepatopatía

→ Hepatopatía

→ IR Prerenal

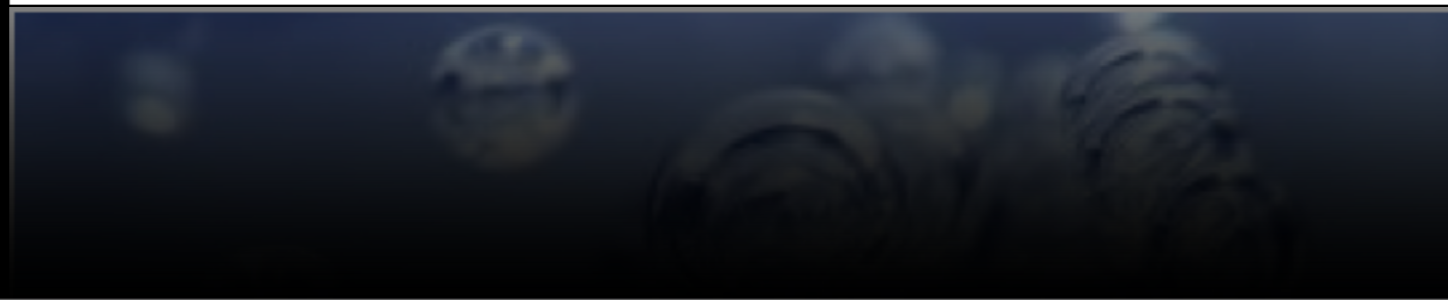
Intraoperatoriamente presenta, de forma brusca:

↓ EtCO<sub>2</sub>

Taquicardia

↓ TA

# EMBOLISMO AÉREO VENOSO



# ETIOLOGÍA

**Table 3. Relative Risk of Air/Gas Embolism**

Air/Gas Embolism Risk: Common Procedures	Relative Risk*
<u>Sitting position craniotomy</u>	High
<u>Posterior fossa/neck surgery</u>	High
Laparoscopic procedures	High
Total hip arthroplasty	High
Cesarean delivery	High
Central venous access–placement/removal	High
<u>Craniosynostosis repair</u>	High
Spinal fusion	Medium
Cervical laminectomy	Medium
Prostatectomy	Medium
Gastrointestinal endoscopy	Medium
Contrast radiography	Medium
Blood cell infusion	Medium
Coronary surgery	Medium
Peripheral nerve procedures	Low
Anterior neck surgery	Low
Burr hole neurosurgery	Low
Vaginal procedures	Low
Hepatic surgery	Low

\* Approximate expected reported incidences: high, > 25%; medium, 5–25%; low, < 5% (references per tables 1 and 2).



# ETIOLOGÍA

**Table 1. Surgical Procedures Associated with Vascular Air Embolism**

Procedure	References and Known Incidence
<b>Neurosurgical</b>	
<u>Sitting position craniotomies</u>	Harrison <i>et al.</i> <sup>24</sup> (9.3%), Bithal <i>et al.</i> <sup>25</sup> (27.4%), Losasso <i>et al.</i> <sup>26</sup> (43%)
<u>Posterior fossa procedures</u>	Papadopoulos <i>et al.</i> <sup>27</sup> (76%)
<u>Craniosynostosis repair</u>	Faberowski <i>et al.</i> <sup>28</sup> (8%), Tobias <i>et al.</i> <sup>29</sup> (82.6%)
Cervical laminectomy	Lopez <i>et al.</i> <sup>30</sup> (23%)
Spinal fusion	Latson <sup>31</sup> (10%)
Peripheral denervation	Girard <i>et al.</i> <sup>35</sup> (2%)
Torticollis corrective surgery	Lobato <i>et al.</i> <sup>36</sup>
Deep brain stimulator placement	Moitra <i>et al.</i> , <sup>37</sup> Deogaonkar <i>et al.</i> <sup>38</sup>
<b>Neck procedures</b>	
<u>Radical neck dissection</u>	Longenecker <sup>39</sup> (1-2%)
Thyroidectomy	Chang <i>et al.</i> <sup>40</sup> (2%)
<b>Ophthalmologic procedures</b>	
<u>Eye surgery</u>	Ledowski <i>et al.</i> <sup>41</sup>
<b>Cardiac surgery</b>	
<u>Coronary air embolism</u>	Abu-Omar <i>et al.</i> <sup>42</sup>
<b>Orthopedic procedures</b>	
<u>Total hip arthroplasty</u>	Spiess <i>et al.</i> <sup>43-46</sup> (57%)
Arthroscopy	Faure <i>et al.</i> <sup>47</sup>
<b>Thoracic procedures</b>	
<u>Thoracocentesis</u>	Diamond <i>et al.</i> <sup>48</sup>
Blast injuries, excessive positive pressure, open chest wounds	Campbell and Kerridge, <sup>49</sup> Gotz <i>et al.</i> <sup>50</sup>
<b>Obstetric-gynecologic procedures</b>	
<u>Cesarean delivery</u>	Lew <i>et al.</i> <sup>51-53</sup> (11-97%)
Laparoscopic procedures, Rubin insufflation procedures, vacuum abortion	Bloomstone <i>et al.</i> , <sup>54</sup> Imasogie <i>et al.</i> <sup>55</sup>
<b>Urology</b>	
<u>Urology-prostatectomy</u>	Memtsoudis <i>et al.</i> , <sup>56</sup> Jolliffe <i>et al.</i> , <sup>57</sup> Razvi <i>et al.</i> <sup>58</sup>
<b>Gastrointestinal surgery</b>	
<u>Laparoscopic cholecystectomy</u>	Derouin <i>et al.</i> <sup>59</sup> (69%), Scoletta <i>et al.</i> , <sup>60</sup> Bazin <i>et al.</i> <sup>61</sup>
Gastrointestinal endoscopy	Nayagam, <sup>62</sup> Green and Tendler <sup>63</sup>
Liver transplantation	Souron <i>et al.</i> <sup>64</sup>

# ETIOLOGÍA

**Table 2. Examples of Nonoperative Procedures Associated with Vascular Air Embolism**

Procedure
<u>Direct vascular</u>
Central venous access related
Radial artery catheterization
Parenteral nutrition therapy
Interventional radiology
<u>Pain management procedures</u>
Epidural catheter placement (loss of resistance to air technique)
<u>Diagnostic procedures</u>
Contrast-enhanced CT
Contrast-enhanced CT chest
Lumbar puncture
Thoracentesis
<u>Hemoperfusion</u>
Intraaortic balloon rupture
Rapid blood cell infusion systems
Blood storage container

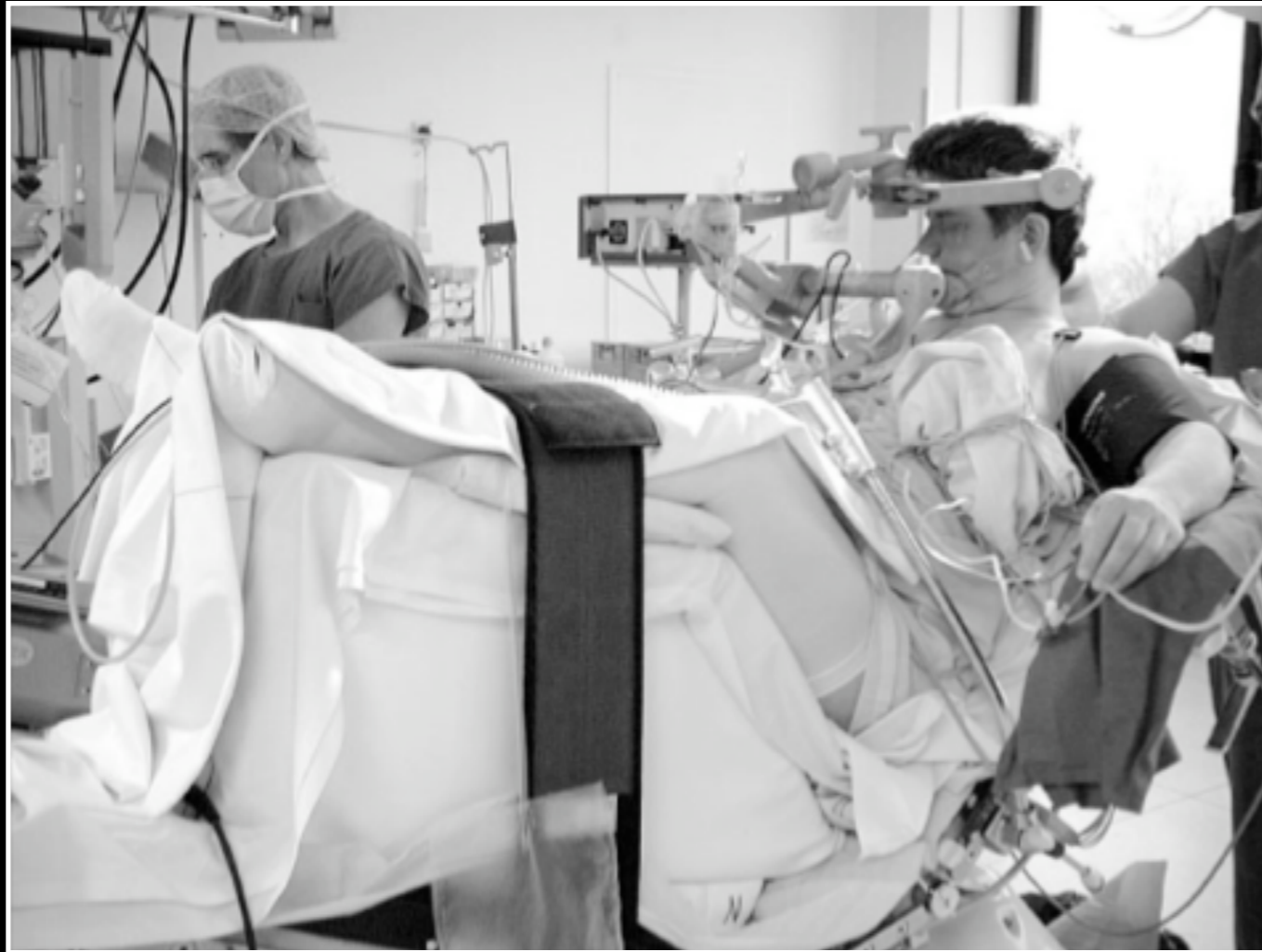
# ETIOLOGÍA

- 👁 Incidencia de EAV varía 15-100%
- 👁 Condiciones favorables:
  - Vaso venoso abierto
  - Presión intravenosa negativa respecto a la  $P_{atm}$
  - Gradiente gravitacional: 5cm es suficiente

# ETIOLOGÍA

- ✓ Posición de sedestación
- ✓ Factores de la paciente
- ✓ Cirugía de fosa posterior

# I. Posición de sedestación



# Posición de sedestación

## Ventajas

- Acceso quirúrgico a lesiones de fosa posterior
- Menor separación de tejido cerebeloso para alcanzar estructuras profundas
- Drenaje venoso de la zona quirúrgica
- Drenaje LCR por gravedad
- Menor PIC

# Posición de sedestación

## Ventajas

- Visibilidad **cara** del paciente
- Mejor acceso a **vía aérea**
- **No edema orbitario** por presión
- **Acceso rápido a tórax** ante necesidad RCP

# Posición de sedestación

## Inconvenientes

- ❑ Sistema cardiovascular
- ❑ Sistema respiratorio
- ❑ Perfusión cerebral y presión intracraneal



# Posición de sedestación

## Inconvenientes

- Sistema cardiovascular
- Sistema respiratorio
- Perfusión cerebral y presión intracraneal

# Posición de sedestación

## Inconvenientes

Efectos hidrostáticos  
por gravedad

Efectos depresores  
anestésicos

Secuestro de volemia  
 $EEII \leq 1.500\text{ml}$

↓ TA

↓ PVC /  $P_{\text{atm}}$ :

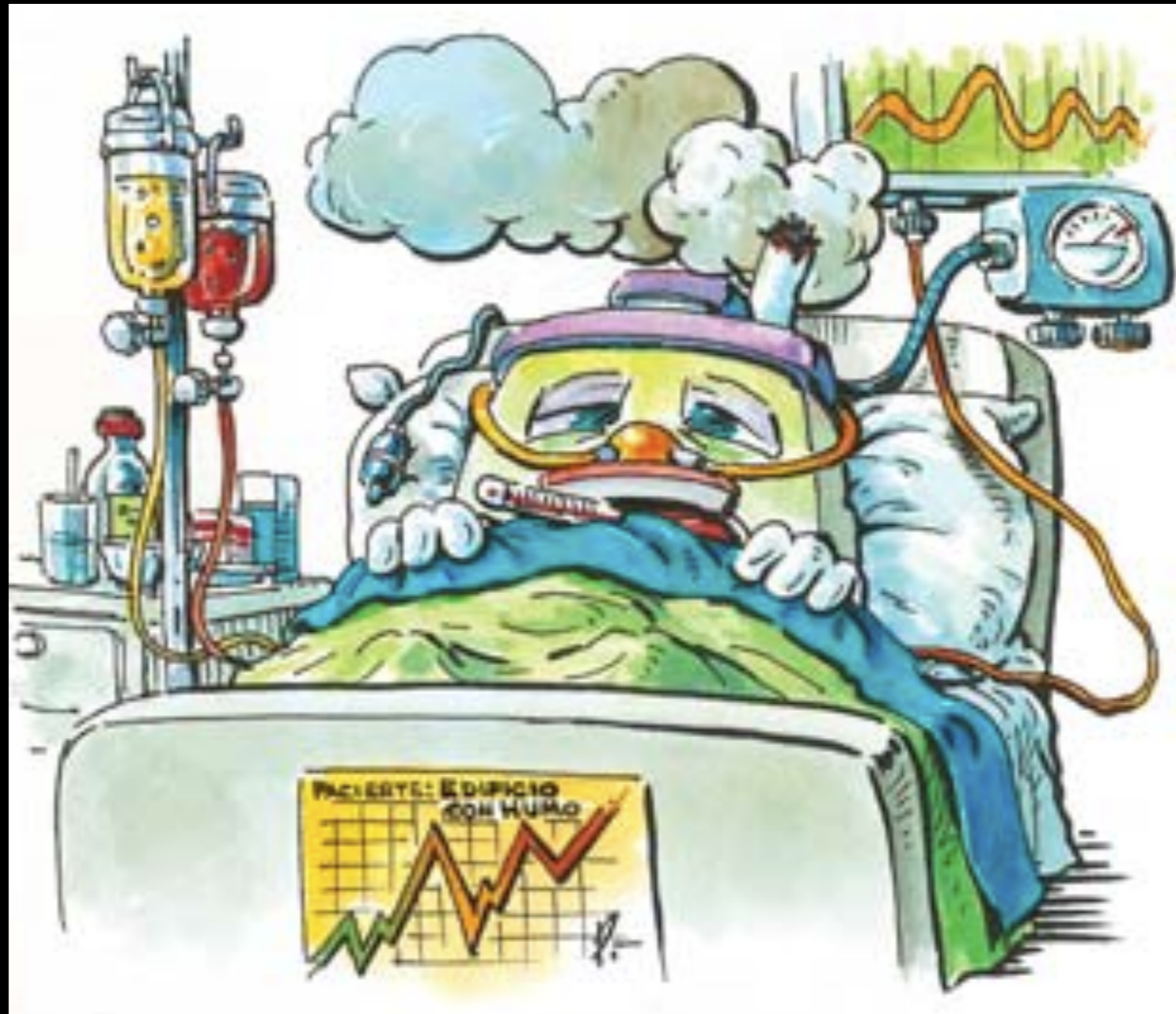
> EAV

> ↓↓ POAP tras 1h

>  $P_{\text{AD}} > \text{POAP}$

> Si  $P_{\text{AD}} > P_{\text{AI}} \Rightarrow$  Riesgo de EA Paradójico

# 2. Factores de la paciente



# Factores de la paciente

Ascitis  
Anemia  
¿Prots tots / Albúmina?  
Ayuno - Deshidratación

+

↑ sangrado:  
Trombopenia  
Alts coagulación  
Meningioma

↓  
Hipovolemia severa

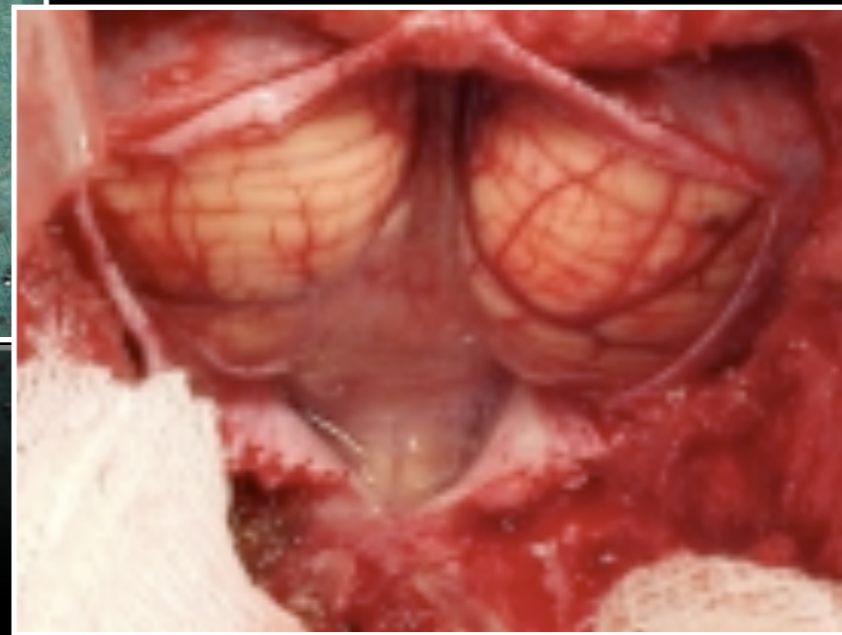
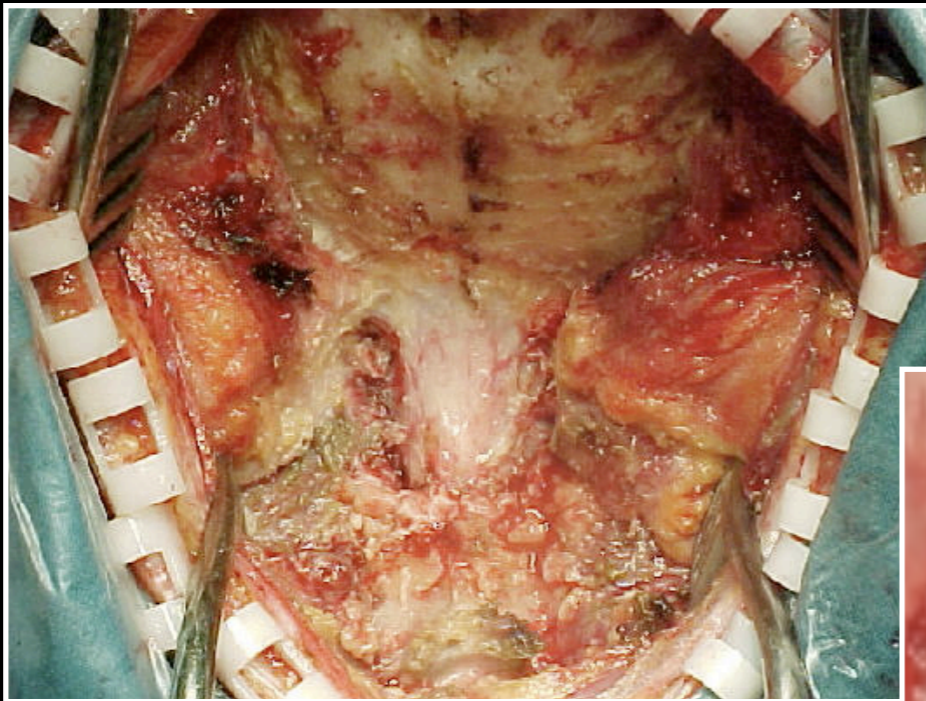
Obesidad  
Ascitis  
Hepatomegalia  
Sedestación



↓↓ Retorno venoso

↓↓  $PVC < P_{atm}$  vaso abierto

# 3. Cirugía de fosa posterior

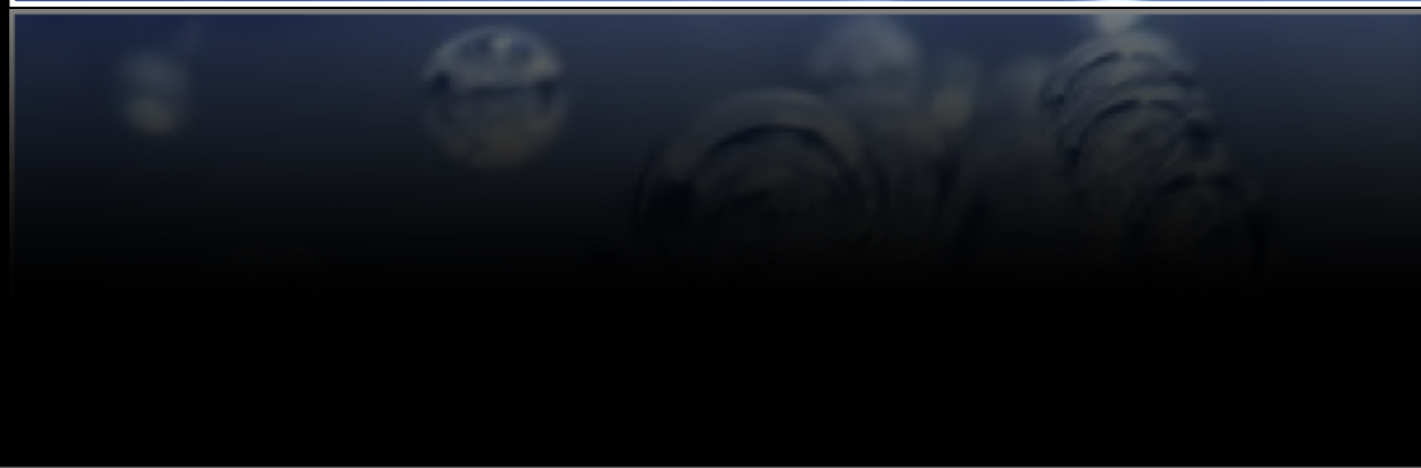


# Cirugía de fosa posterior

## Inicio de la cirugía y en las craneotomías occipitales:

- Incisión **cutáneo-muscular** y disección de los **senos venosos óseos**
- Exéresis de **lesiones muy vascularizadas**
- Episodios + graves: apertura de un **seno dural mayor**
- **Otros focos:** fijadores del soporte de la cabeza, agujeros de trépano y conexiones para medir PVC

# FISIOPATOLOGÍA



# FISIOPATOLOGÍA

□ **Gravedad del EAV:** volumen y tasa acumulada de aire

□ **Volumen letal** en adultos: 200-300ml ó 3-5ml/kg

Relación inversa entre proximidad del vaso venoso abierto y volumen letal

□ **Tasa acumulada:** capacidad de eliminación por la interfase alveolo-capilar (0,4 ml/kg/min)



# FISIOPATOLOGÍA

En función del volumen de aire:

- Grande (5ml/kg): atrapamiento gaseoso con obstrucción completa a la salida VD  $\Rightarrow$  fallo cardíaco dcho inmediato
- Moderado: Obstrucción parcial a la salida VD  $\Rightarrow$   $\downarrow$  GC,  $\downarrow$  TA  
 $\Rightarrow$  isquemia miocárdica y cerebral

# FISIOPATOLOGÍA

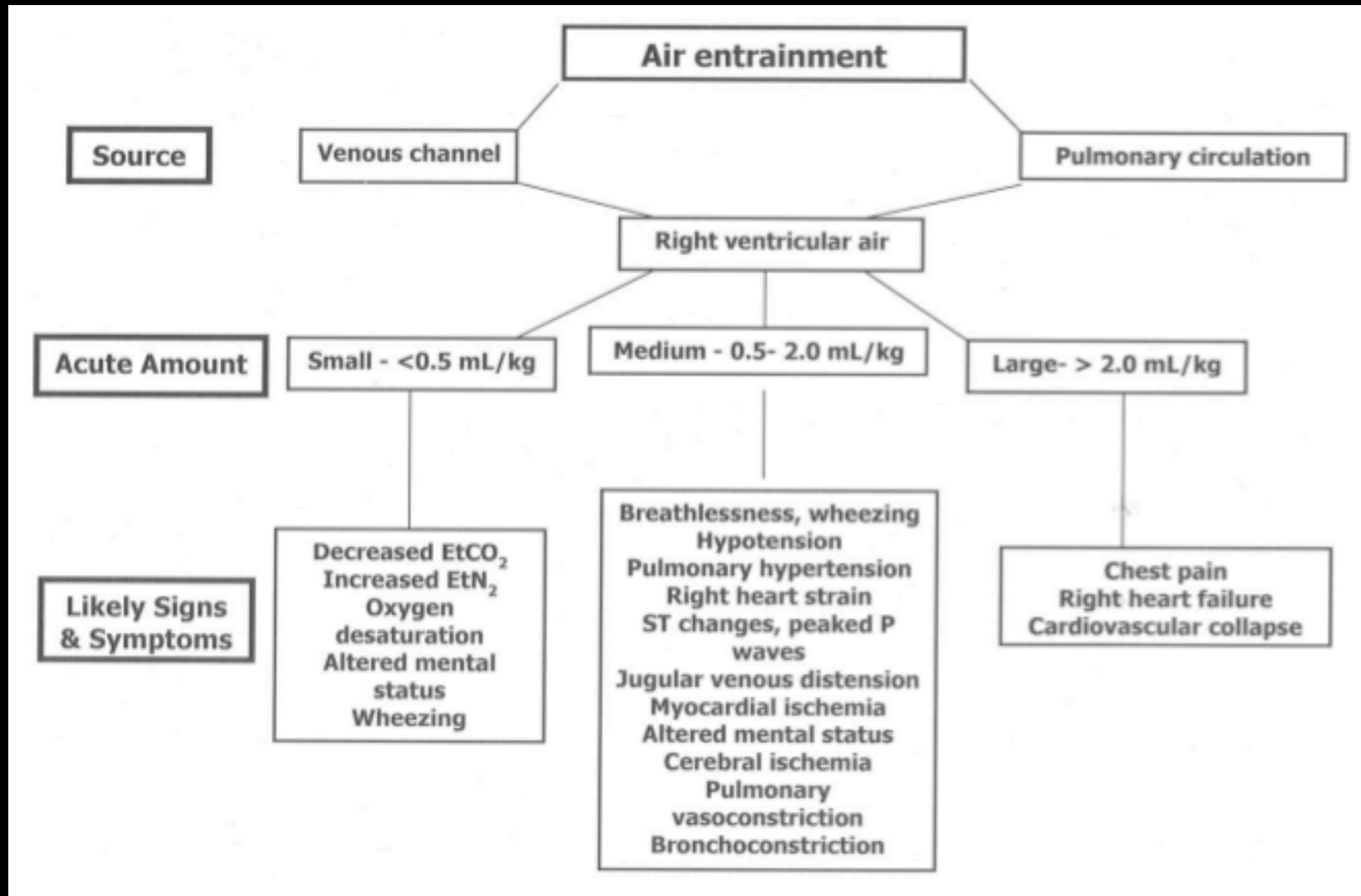
## Entrada a la circulación pulmonar:

- Endotelina-1 por vasos pulmonares  $\Rightarrow$  HTP
- Microburbujas por flujo turbulento  $\Rightarrow$  Factores plaquetarios  
 $\Rightarrow$  SRIS  $\Rightarrow$   $\uparrow$  la permeabilidad  $\mu$ vascular
- Broncoconstricción
- Alteraciones V/Q

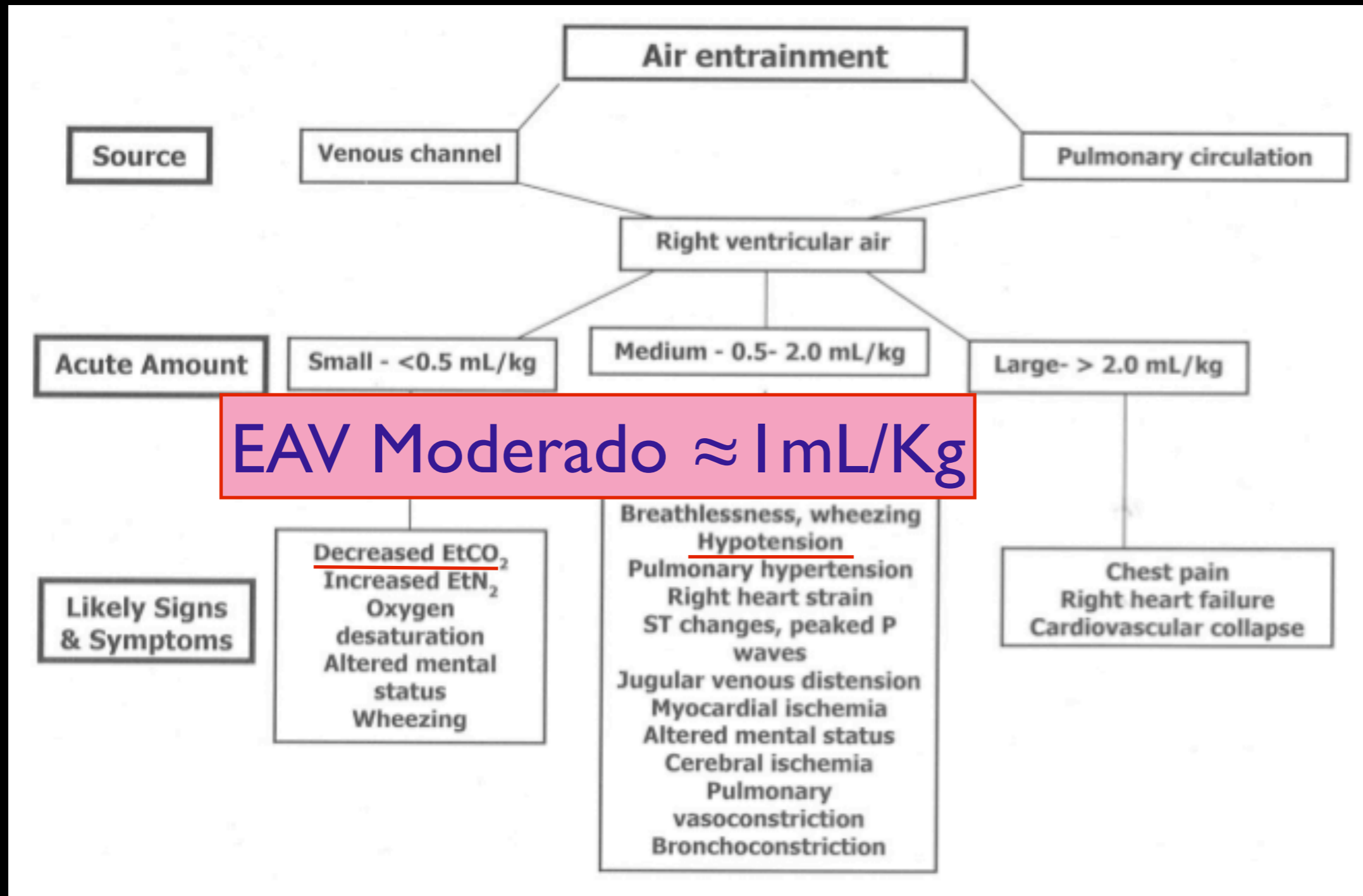
# PRESENTACIÓN CLÍNICA



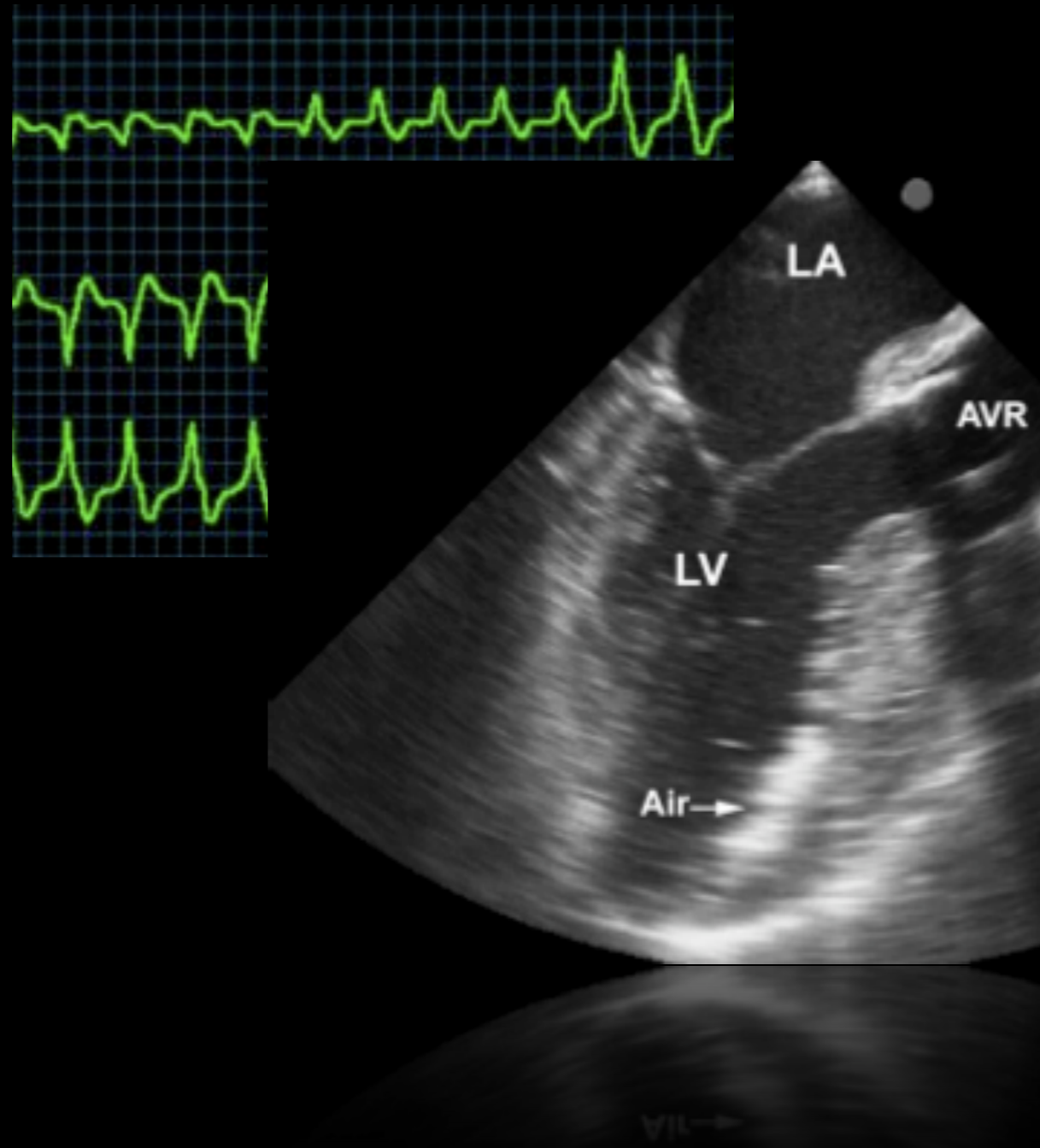
# PRESENTACIÓN CLÍNICA



# PRESENTACIÓN CLÍNICA



# DIAGNÓSTICO



# DIAGNÓSTICO

## ANTICIPARNOS: Vigilancia clínica

- ▶ **Observar campo quirúrgico:** ausencia de sangrado
- ▶ **Signos clínicos** de hipovolemia y PVC↓
- ▶ **Métodos de monitorización:** sensibles, fáciles de usar y no invasivos, complementarios

# DIAGNÓSTICO

**Table 4. Comparison of Methods of Detection of Vascular Air Embolism**

Method of Detection	Sensitivity (ml/kg)	Availability	Invasiveness	Limitations
TEE	High (0.02)	Low	High	Expertise required, expensive, invasive
Precordial Doppler	High (0.05)	Moderate	None	Obese patients
PA catheter	High (0.25)	Moderate	High	Fixed distance, small orifice
TCD	High	Moderate	None	Expertise required
ETN <sub>2</sub>	Moderate (0.5)	Low	None	N <sub>2</sub> O, hypotension
ETCO <sub>2</sub>	Moderate (0.5)	Moderate	None	Pulmonary disease
Oxygen saturation	Low	High	None	Late changes
Direct visualization	Low	High	None	No physiologic data
Esophageal stethoscope	Low (1.5)	High	Low	Late changes
Electrocardiogram	Low (1.25)	High	Low	Late changes

ETCO<sub>2</sub> = end-tidal carbon dioxide gas; ETN<sub>2</sub> = end-tidal nitrogen gas; N<sub>2</sub>O = nitrous oxide; PA = pulmonary artery; TCD = transcranial Doppler; TEE = transesophageal echo.



# DIAGNÓSTICO

Monitor	Associated clinical signs
Transoesophageal echocardiography	Absent
Praecordial Doppler	Absent
Pulmonary artery pressure	Minor (heart rate, MAP)
End-tidal carbon dioxide	Minor (heart rate, MAP)
Right atrial pressure	Significant
Electrocardiography	Cardiovascular collapse
Oesophageal stethoscope	Cardiovascular collapse

# DIAGNÓSTICO

## RECOMENDACIONES:

### Riesgo bajo-moderado:

ECG, PA

EtCO<sub>2</sub>

EtN<sub>2</sub>

Vigilancia clínica

### Riesgo elevado:

=

Considerar Doppler Precordial

DTC y ETE requieren elevada experiencia y no han mostrado claros beneficios sobre DP

# Doppler precordial



# Doppler precordial

- > **Emite:** señal US 2,5MHz reflejada por sangre y estructuras cardíacas en movimiento
- > **Recibimos:** señal acústica audible continuada y en tiempo real
- > **Transductor** en borde paraesternal derecho, entre 2°-3° espacio intercostal
- > Al localizar un buen sonido cardíaco: inyección 5cc SF para **comprobar su correcta posición en AD**

# Doppler precordial

- > **Inconvenientes:** alteraciones caja torácica, falsos positivos (manitol), ruido con bisturí eléctrico
- > **Ventajas:** sospecha EAV en tiempo real
- > **Capnografía:** complemento ideal ⇨ repercusión en el intercambio gaseoso e índice de gravedad EAV

# PREVENCIÓN



# PREVENCIÓN

A. Valorar riesgos - beneficios

B. Medidas profilácticas

# PREVENCIÓN

A. Valorar riesgos - beneficios

\* Identificar **contraindicaciones para sedestación**

**Table 6** Contraindications to use of the operative sitting position

Absolute

Patent ventriculo-atrial shunt  
Right atrial pressure in excess of left atrial pressure  
Patent foramen ovale  
Cerebral ischaemia when upright and awake

Relative

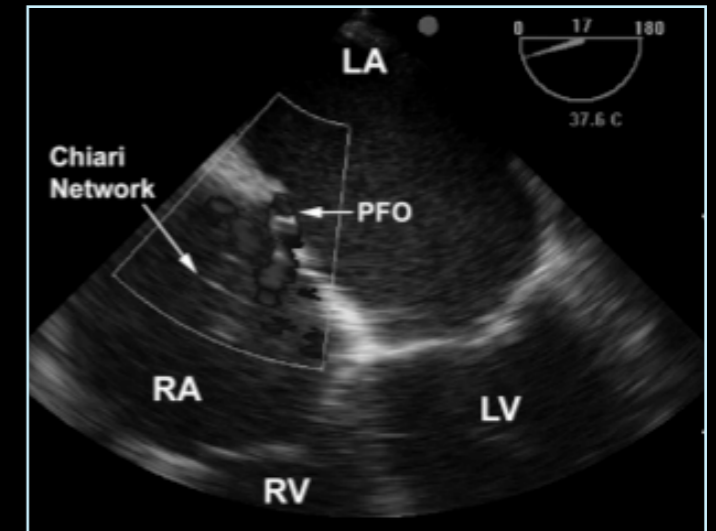
Extremes of age  
Uncontrolled hypertension  
Chronic obstructive airways disease



# PREVENCIÓN

A. Valorar riesgos - beneficios

- \* Evaluar la función cardiovascular y cerebrovascular
- **Ecocardiografía con contraste** para identificar pacientes de riesgo:  
**27,3% FOP**  $\Rightarrow$   $\varnothing$  3-5mm
- **En FOP:** posiciones qx alternativas
- **Resto:** valorar riesgo/beneficio de posición de sedestación



# PREVENCIÓN

## B. Medidas profilácticas

### I. OPTIMIZAR CONDICIONES PREOPERATORIAS:

- ✓ Volumen intravascular:  $P_{AD}$  10-15 cmH<sub>2</sub>O
- ✓ Transporte O<sub>2</sub>
- ✓ Presión coloidosmótica

# PREVENCIÓN

B. Medidas profilácticas

## 2. MINIMIZAR HIPOTENSIÓN ARTERIAL:

↑ retorno venoso

- ✓ Posición Fowler: caderas flexionadas, elevación de rodillas a nivel cardíaco
- ✓ Vendaje elástico desde tobillos hasta ingles

# PREVENCIÓN

B. Medidas profilácticas

## 2. MINIMIZAR HIPOTENSIÓN ARTERIAL:

↑ retorno venoso

- ✓ Pantalones antishock:
  - Presiones 50 cmH<sub>2</sub>O
  - **Riesgos:** ↓ capacidad vital, hipoperfusión visceral y Sds compartimentales
  - Uso rutinario no está justificado

# PREVENCIÓN

## B. Medidas profilácticas

### 3. EMPLEO de PEEP:

\* Uso **controvertido** según autores:

 ) **Segura** en amplios rangos de aplicación

 ) **↑ riesgo embolismo paradójico**, a su vez exacerbado por una retirada brusca de la PEEP

 ) No ↓ riesgo de EAV y sí **↑ inestabilidad hemodinámica** propia de la sedestación

# PREVENCIÓN

## B. Medidas profilácticas

### 3. EMPLEO de PEEP:

#### RECOMENDACIÓN:

- \* **≠ datos suficientes que apoyen el uso PEEP > 5 cmH<sub>2</sub>O como medida profiláctica para EAV**
- \* **Su empleo debe ser para ↑ oxigenación, con precaución**

# PREVENCIÓN

## B. Medidas profilácticas

### 4. EVITAR ÓXIDO NITROSO:

- > Puede ↑ el tamaño de las burbujas de aire
- > Exacerbar las manifestaciones hemodinámicas

# TRATAMIENTO





# TRATAMIENTO

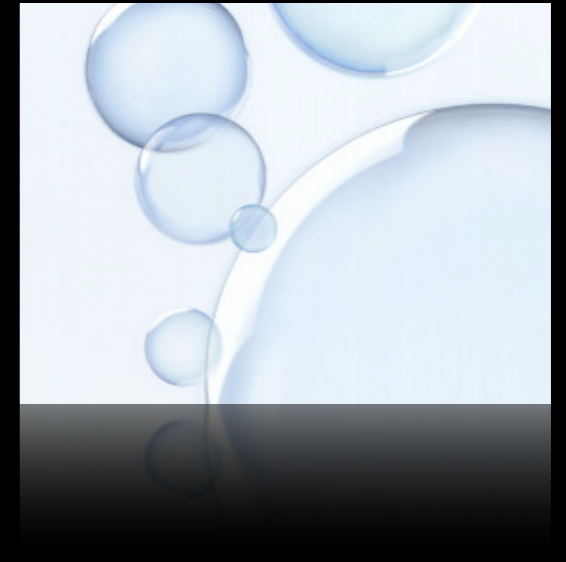
## OBJETIVOS:

- ✓ Prevenir más entradas de aire
- ✓ Reducir el aire que ya ha entrado
- ✓ Proporcionar medidas de soporte

# TRATAMIENTO

## I. Prevenir más entradas de aire

- Avisar al cirujano
- Cubrir campo con SF y gasas empapadas
- Tratar de reparar la puerta de entrada
- Intentar ↓ gradiente campo qx - AD
- Compresión yugular transitoria:
  - Identificar seno dural abierto
  - ↑ PIC
  - Compresión carotídea: ↓ FSC



# TRATAMIENTO

2. Reducir el aire que ya ha entrado

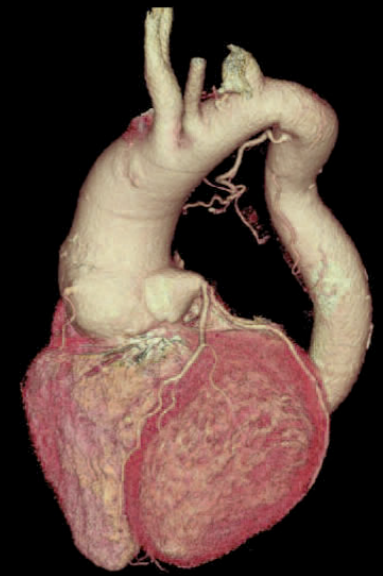


## I. ASPIRAR AIRE DE AD:

- > Catéteres multiperforados y Swan-Ganz: inefectivos  
(éxito 6-16%)
- > Catéter multiperforado Bunegin-Albin (Cook Critical Care):  
5,8F y 14G (éxito 30-60%)

# TRATAMIENTO

2. Reducir el aire que ya ha entrado



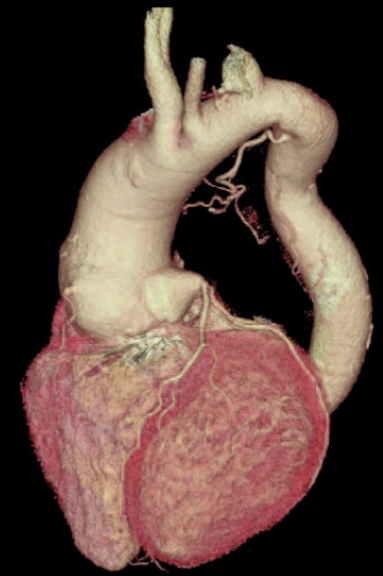
## 2. REDUCIR POSIBILIDAD DE OBSTRUCCIÓN

### EMBÓLICA DEL VD:

- Maniobra de Durant: DLI parcial
- Trendelemburg: si inestable

# TRATAMIENTO

2. Reducir el aire que ya ha entrado



## 2. REDUCIR POSIBILIDAD DE OBSTRUCCIÓN

### EMBÓLICA DEL VD:

— RCP y compresiones torácicas:

\* EAV masivos con paro cardíaco

\* EAV sin paro: fragmentar burbuja que obstruye el tracto de salida VD  $\Rightarrow$  vasos pulmonares  $\Rightarrow$  restablecer flujo

# TRATAMIENTO

3. Proporcionar medidas de soporte



## I. SOPORTE RESPIRATORIO:

$F_iO_2$  100%

# TRATAMIENTO

3. Proporcionar medidas de soporte

## 2. SOPORTE HEMODINÁMICO:

### Objetivos:

- \* Perfusión miocárdica
- \* Liberar aire a la circulación pulmonar
- \* Soporte inotrópico al VD



- ✓ Dobutamina
- ✓ Noradrenalina
- ✓ Isoproterenol

# TRATAMIENTO

3. Proporcionar medidas de soporte



## 3. OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA:

- ✓ ↓ tamaño de burbujas por reabsorción del  $N_2$  y ↑  $P_aO_2$
- ✓ Inicio óptimo entre las 6 primeras horas
- ✓ Mayores beneficios en embolismo arterial cerebral



# TRATAMIENTO



## TERAPIAS EXPERIMENTALES:

- Fluorocarbón FP-43: 100.000 veces más soluble para  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $N_2$  respecto al plasma, reabsorbiéndolos
- Emulsión de perfluorocarbones:  $\downarrow T_{CL}$  de la burbuja en 36%