



CONSORCI  
HOSPITAL GENERAL  
UNIVERSITARI  
VALÈNCIA



# Fundamentos de Anestesia: Monitorización Respiratoria

## CAPNOGRAFÍA Y CAPNOMETRIA VOLUMÉTRICA

**Dra. Cristina Elena Crisan; Dr. Javier Cervera Planells**  
*Servicio de Anestesia, Reanimación y Tratamiento del Dolor*  
*Consorcio Hospital General Universitario Valencia*



SARTD-CHGUV Sesión de Formación continuada  
Valencia 29 de octubre de 2013

# INDICE

- Aspectos fisiológicos: cinética CO<sub>2</sub>
  - Métodos de medición de CO<sub>2</sub>
  - Factores que afectan la espectrografía IR
  - Tipos de monitores de CO<sub>2</sub>
- 

- Recomendaciones y terminología
- Análisis de la curva capnografica
- Capnografía estándar
- Capnometria volumétrica
- Aspectos clínicos

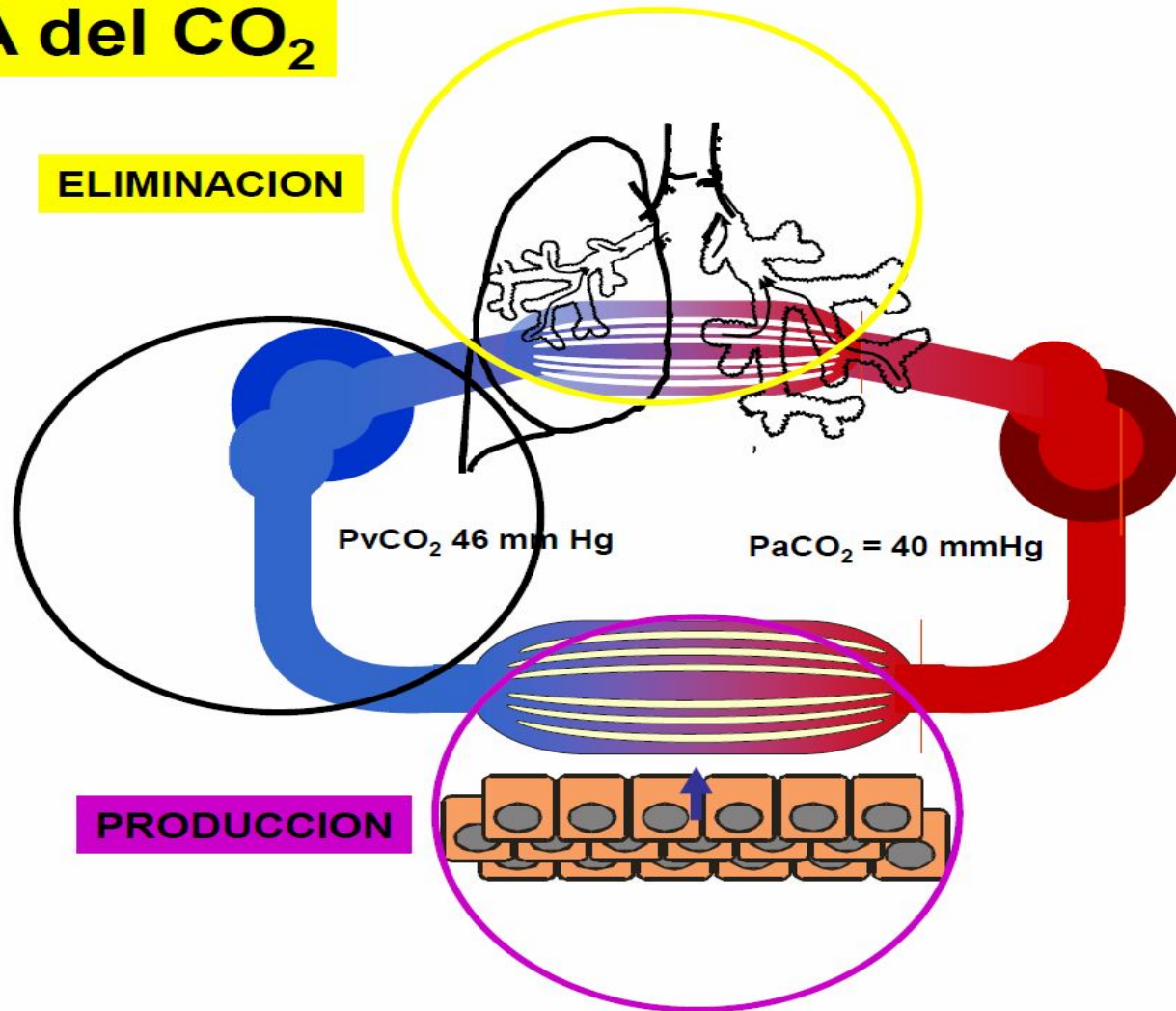


# Aspectos fisiológicos:

## CINETICA del CO<sub>2</sub>

ELIMINACION

TRANSPORTE



# PRODUCCIÓN DE CO<sub>2</sub> → METABOLISMO

Lípidos

Carbohidratos + O<sub>2</sub> + ADP → ENERGIA + **CO<sub>2</sub>** + H<sub>2</sub>O + ATP

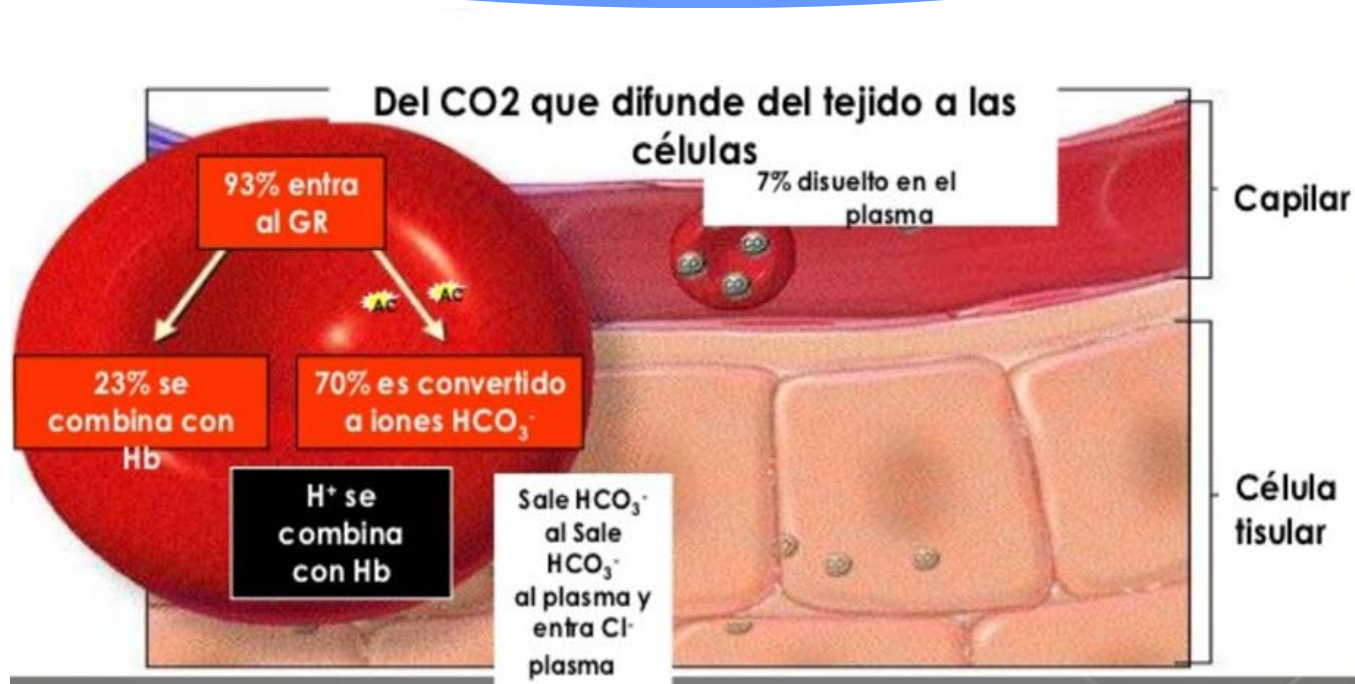
Proteínas



Enzima marca passo: **Isocitrato desidrogenase**

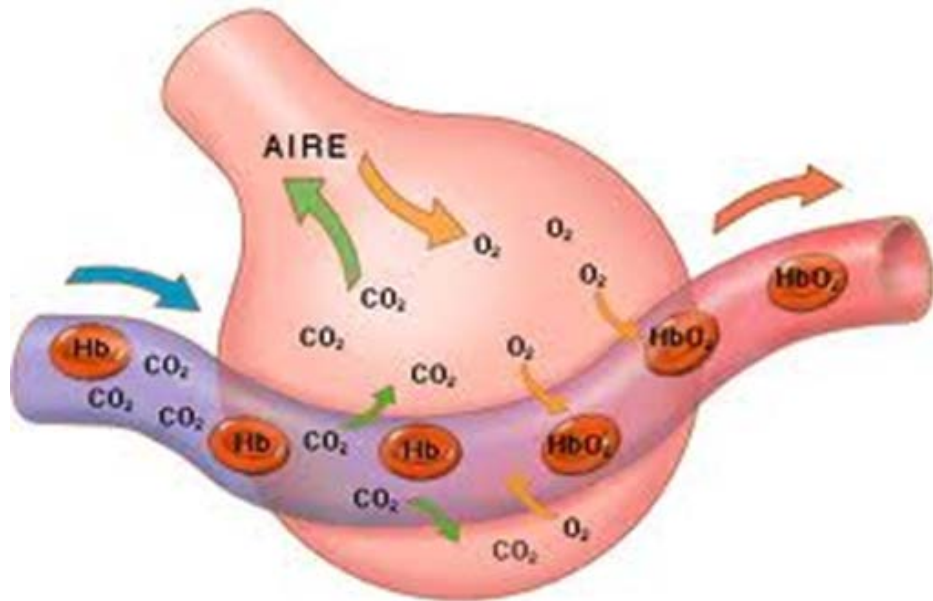


# TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> → PERFUSIÓN PULMONAR



# ELIMINACIÓN DE CO<sub>2</sub> DIFUSIÓN Y VENTILACIÓN

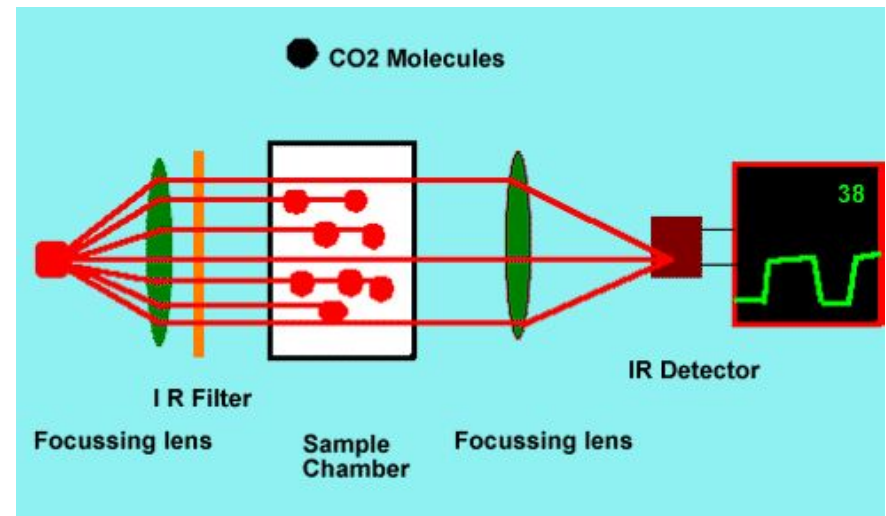
MEMBRANA ALVEOLOCAPILAR



**ALVEOLOS  
NORMOFUNCIONANTES(V/Q):  
PACO<sub>2</sub> = PaCO<sub>2</sub> = 40 mm de Hg**

# Métodos físicos de medición de CO<sub>2</sub>

- 1. Espectrografía de masa
- 2. Espectrografía Raman (laser de Argón)
- 3. Espectrografía de infrarrojos : absorción selectiva de rayos IR con longitud de onda específica de 4.3  $\mu\text{m}$

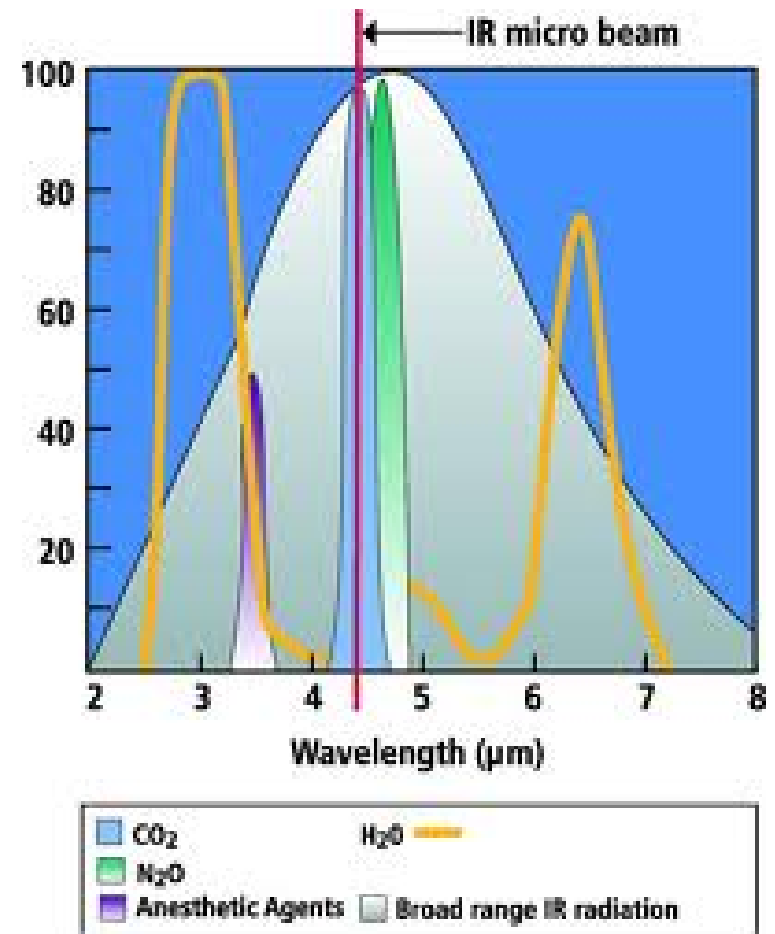


- 4. Espectrografía foto acústica



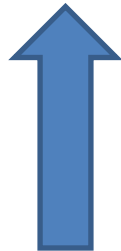
# Factores que afectan la espectrografía IR

- 1. Presión atmosférica
- 2. Óxido nitroso
- 3. Oxígeno
- 4. Agentes inhalatorios
- 5. Vapor de agua





# ¿Cómo afecta la **presión atmosférica** la medición de CO<sub>2</sub> ?



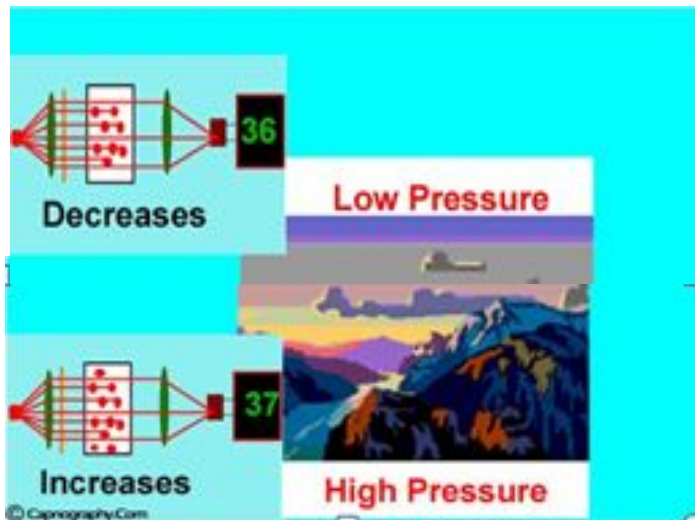
P atmosférica

Nº moléculas de CO<sub>2</sub> que absorben IR

Fuerzas intermoleculares

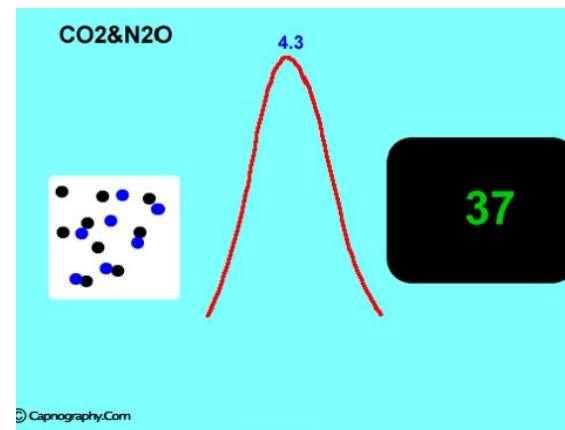
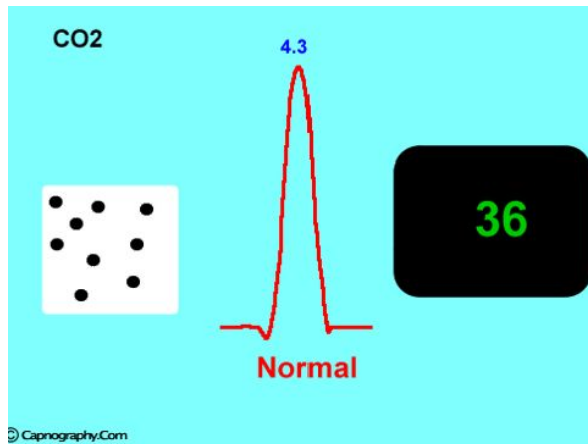


Aumento en los valores EtCO<sub>2</sub>



# Óxido nitroso

- Espectro de absorción IR de N<sub>2</sub>O = 4,5  $\mu$ m
- Espectro de absorción IR de CO<sub>2</sub> = 4,3  $\mu$ m
- RESULTADOS FALSAMENTE ELEVADOS DE CO<sub>2</sub>
- Corrección: filtro de banda estrecha IR
- «Efecto de ampliación de la colisión»: interacción entre las moléculas de N<sub>2</sub>O y las moléculas de CO<sub>2</sub>



## Oxígeno y los agentes inhalatorios

- El O<sub>2</sub> no absorbe la luz IR pero amplía el fenómeno de la colisión
- Los agentes inhalatorios no afectan la medición de CO<sub>2</sub>



¿Cómo afecta el **vapor de agua** las lecturas de CO<sub>2</sub>?

1. *Efecto del agua condensada* en la ventana del sensor: lecturas falsamente elevadas de CO<sub>2</sub>.

2. *Efecto del vapor de agua:*

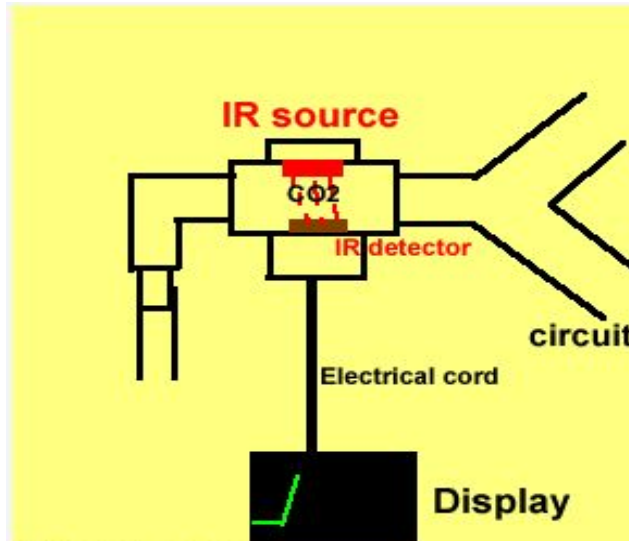
En los sensores de flujo lateral, los cambios de T<sup>a</sup> entre la vía aérea del paciente y la unidad de medida puede disminuir la PP del vapor de agua: aumento aparente en el PCO<sub>2</sub> de 1.5-2%.



# Tipos de capnógrafos



- **MAINSTREAM: sensor de flujo en el circuito principal**



- VENTAJAS**

- Técnica adecuada para RN y niños
- EtCO<sub>2</sub> en tiempo real
- No le afectan los cambios en la P del vapor de agua ni la caída de P en el circuito

- DESVENTAJAS:**

- Tracción del TET y cable eléctrico largo
- Quemaduras faciales
- Sesgos del sensor por las secreciones
- Difícil en posiciones inusuales del paciente

- **SIDE-STREAM: sensor de flujo en el circuito lateral**



### ☐ **VENTAJAS:**

- Sujetos no intubados , incluso despiertos
- Fácil de conectar
- No hay problemas con la esterilización
- Adecuado en posiciones inusuales

### ☐ **DESVENTAJAS:**

- Retraso en la grabación
- Obstrucción del tubo de muestreo
- No recomendado en niños



# INDICE

- Aspectos fisiológicos: cinética CO<sub>2</sub>
  - Métodos de medición de CO<sub>2</sub>
  - Factores que afectan la espectrografía IR
  - Tipos de monitores de CO<sub>2</sub>
- 

- Recomendaciones y terminología**
- Análisis de la curva capnografica**
- Capnografia estándar**
- Capnometria volumétrica**
- Aspectos clínicos**



# Recomendaciones

## AARC Clinical Practice Guideline

### RESPIRATORY CARE

Respir Care. 2011 Apr;56(4):503-9. doi: 10.4187/respcare.01175. Epub 2011 Jan 21.

**Capnography/Capnometry during mechanical ventilation: 2011.**

Walsh BK, Crotwell DN, Restrepo RD.

Respiratory Care Department, Children's Medical Center, Dallas, Texas, USA.

- Onda de capnografía → *correcta colocación TET*
- PEtCO<sub>2</sub> → *guiar el manejo del ventilador*
- Capnometria Volumetrica:  
CO<sub>2</sub> eliminado y la relación VD/VT → *optimizar VM*





# ASA “Standards for Basic Anesthetic Monitoring”



- ❑ *Normas de Control Anestésico Básico:*  
**CO2 expirado = requisito obligatorio**
- 3.2.1 Capnografía, norma para *todos los pacientes que reciben anestesia general*
- 3.2.2 Identificación continua del CO2 espirado, para verificar la *correcta colocación de un TET o mascarilla laríngea* hasta extubación, cambio o durante el traslado del paciente
- 3.2.3 *Señal acústico* que permite la detección de desconexiones del circuito ventilatorio en paciente con VM



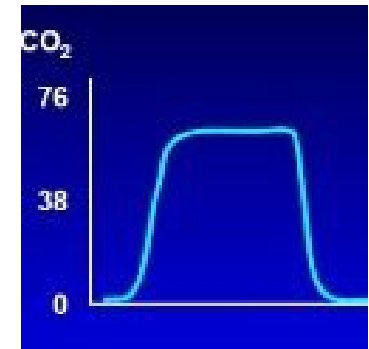
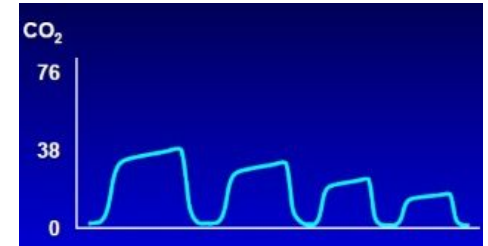
# Terminología

## CAPNOMETRIA :

- Medida del dióxido de carbono en el gas respiratorio de un paciente
- Representación “numérica” de la concentración o la presión parcial de CO<sub>2</sub> inhalado y exhalado

## CAPNOGRAFIA:

- Representación “gráfica” de la medida del CO<sub>2</sub> en función del tiempo o del volumen espirado
- Mide y visualiza parámetros básicos de CO<sub>2</sub>:
  - CO<sub>2</sub> al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>)
  - CO<sub>2</sub> inspirado
  - Capnograma



## CAPNOGRAMA=curva capnográfica:

- **Formas de onda** de CO<sub>2</sub>; pueden ser de dos tipos:

1. FCO<sub>2</sub> /volumen espirado (SBTCO<sub>2</sub>)

2. FCO<sub>2</sub> /tiempo

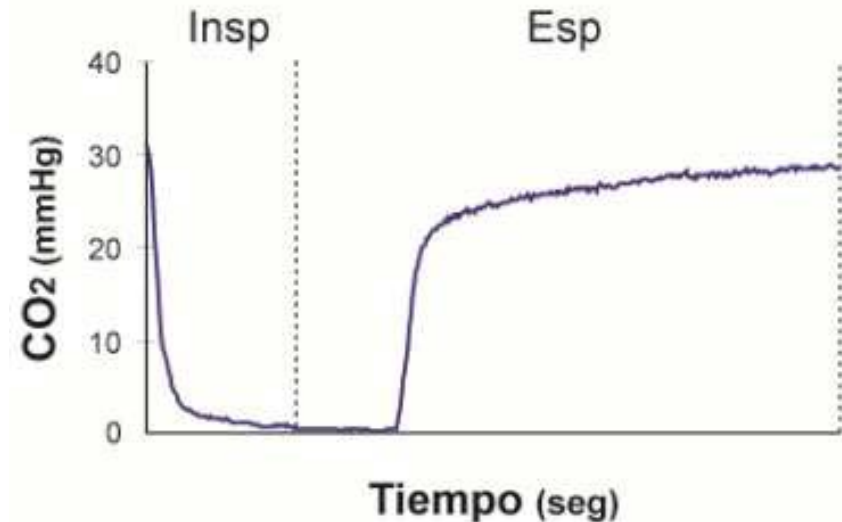
} **durante un ciclo respiratorio**



# Análisis de la curva capnográfica

- Basada en el tiempo

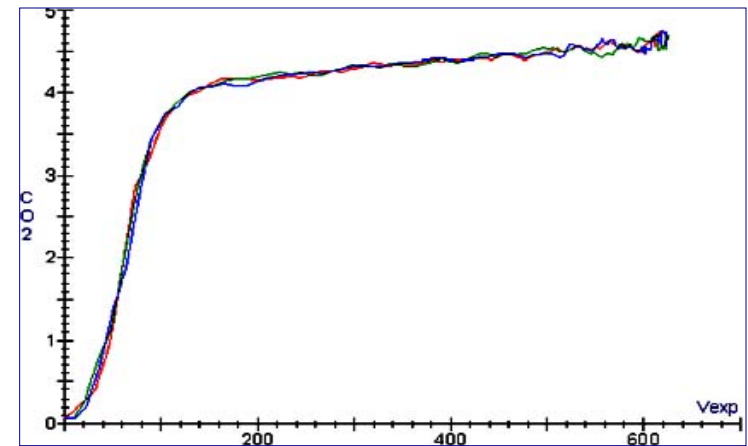
## **CAPNOGRAMA ESTANDARD**



- Basada en el volumen:

## **CAPNOGRAMA VOLUMETRICA O SINGLE BREATH TEST**

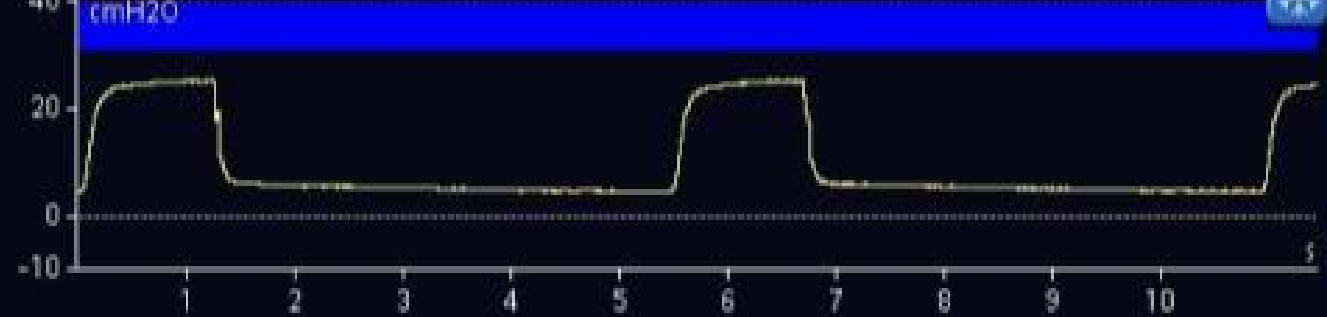
- \* **SBT-CO2**=volumen expirado en cada ciclo respiratorio



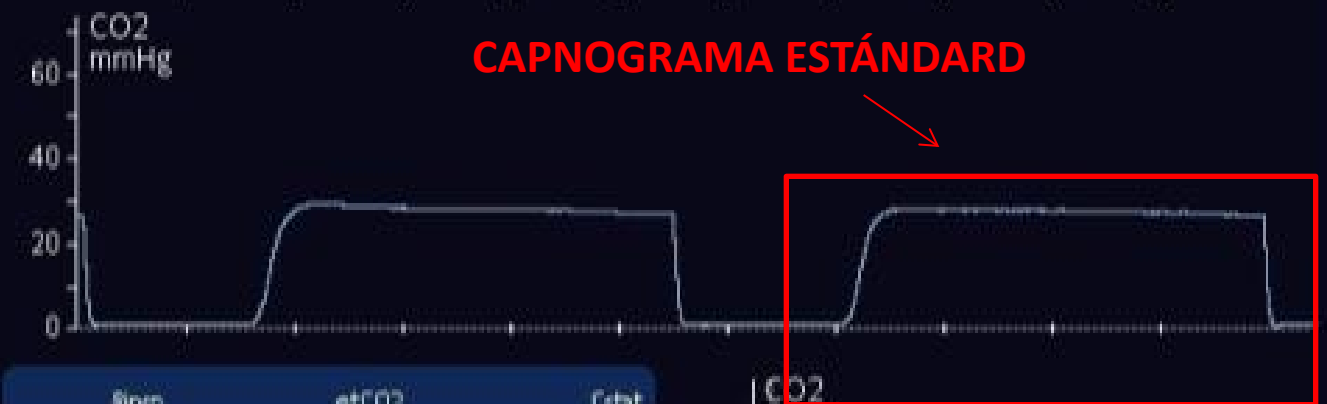
Volumen (ml)



25 Peak  
cmH2O  
 7.4 ExpMinVol  
l/min  
 669 VTE  
ml  
 28 etCO2  
mmHg  
 1:3.5 IE  
 199 Vds  
ml  
 0.00 slopeCO2  
%/CO2A  
 477 Valv  
ml  
 5.3 Valv/min  
l/min



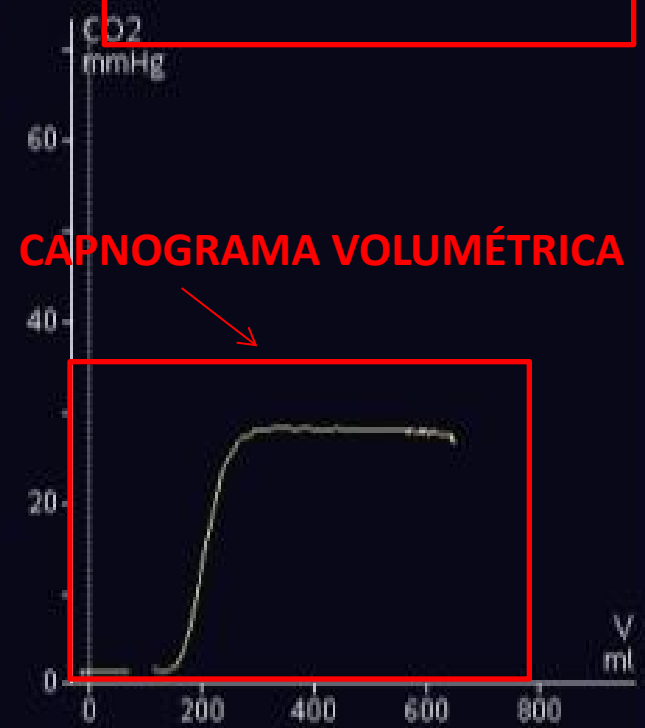
**CAPNOGRAMA ESTÁNDAR**



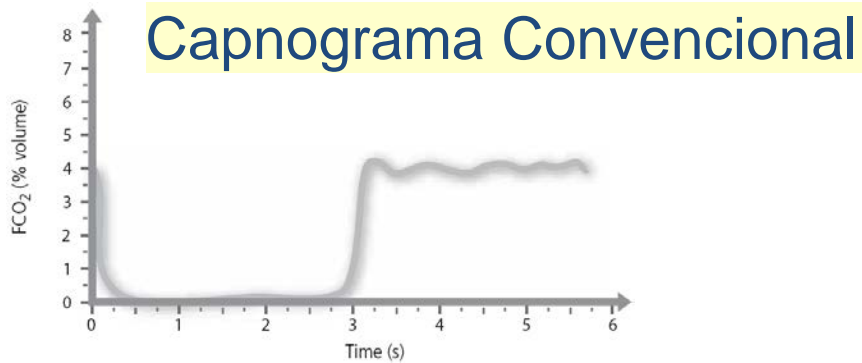
<small>Rinsp</small>	<small>etCO2</small>	<small>Csbt</small>
21	28	49.8
<small>cmH2O/s</small>	<small>mmHg</small>	<small>ml/cm H2O</small>

SARTD-CHGUV Sesión de Formación continuada  
 Valencia 29 de octubre de 2013  
 178cm, Male

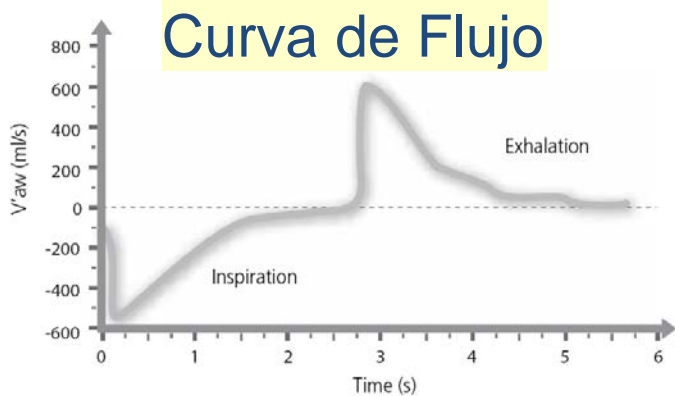
**CAPNOGRAMA VOLUMÉTRICA**



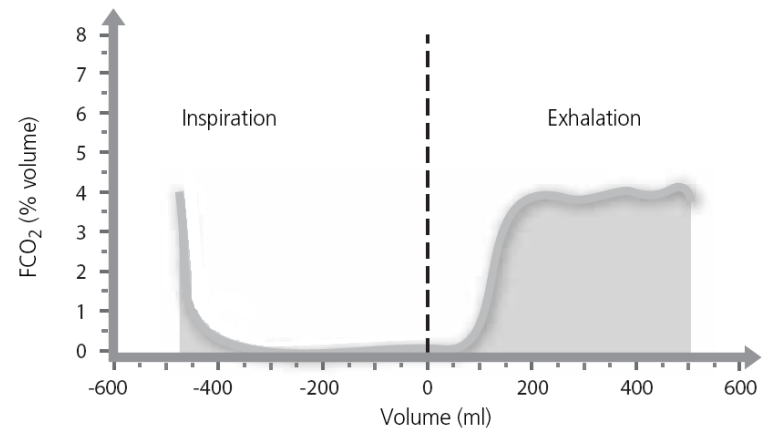
# ¿Como se construye el Capnograma Volumetrico?

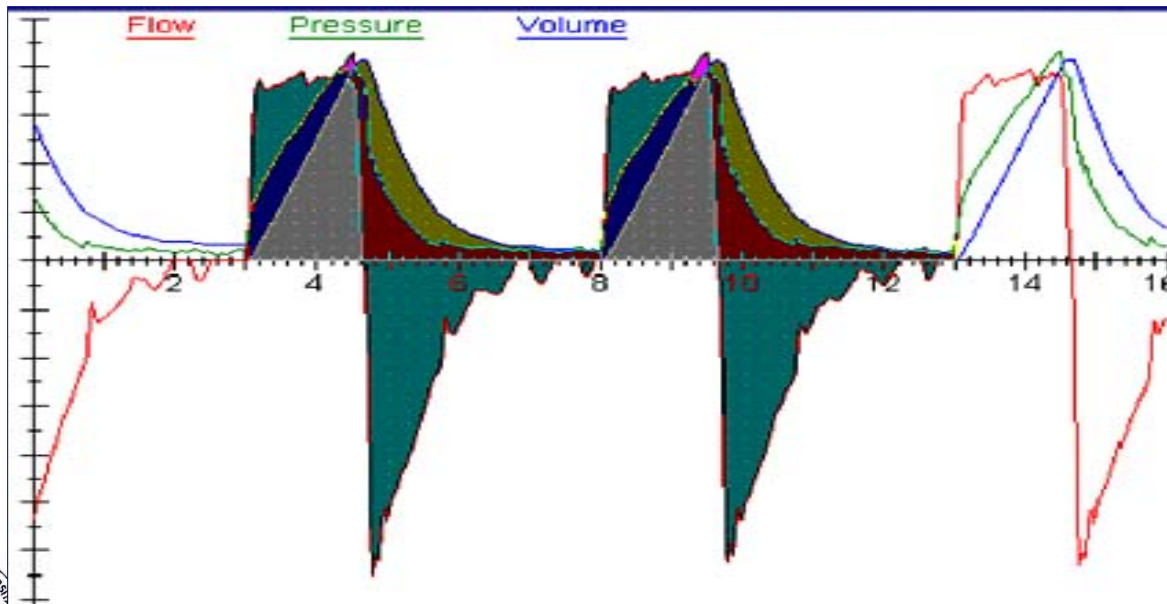
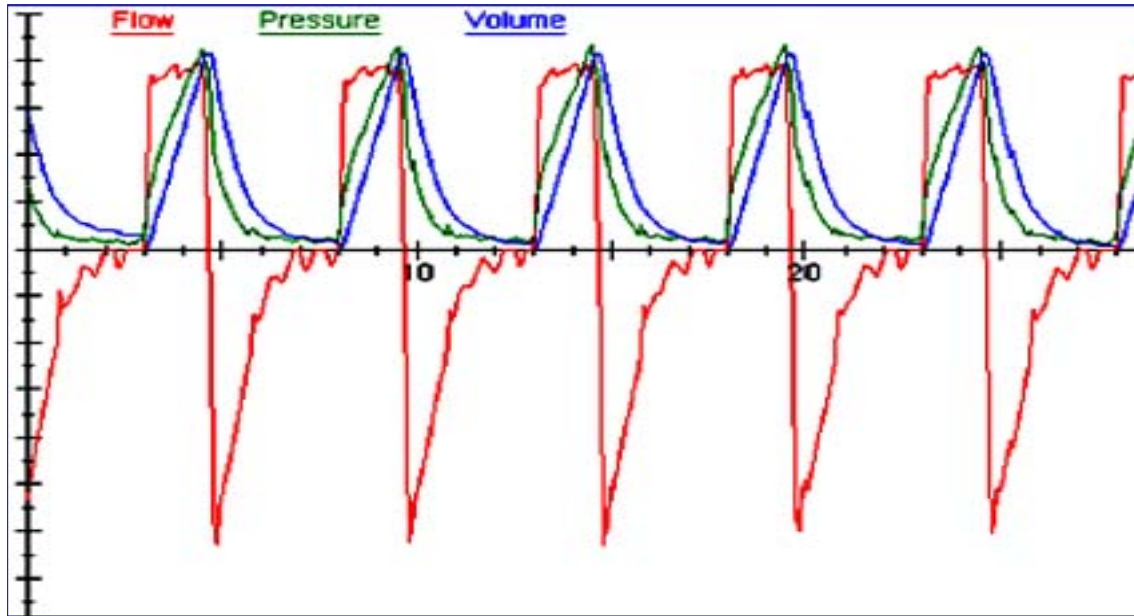


+



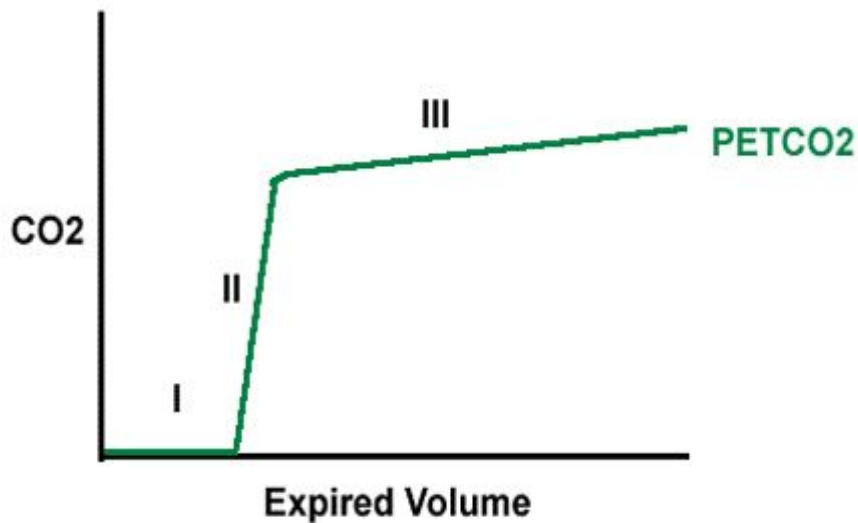
## Capnograma Volumetrico



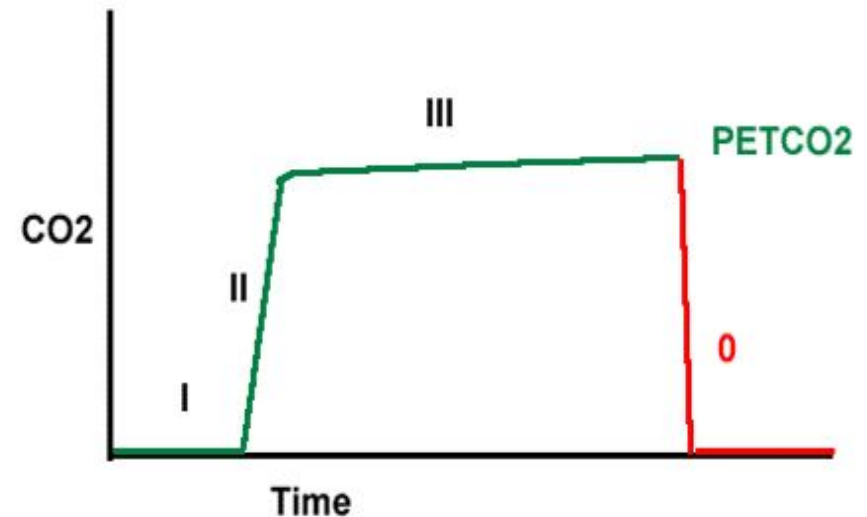


# Componentes de un capnograma

Capnograma volumétrico:



Capnograma tiempo:



Capnography.Com

© Capnography.Com

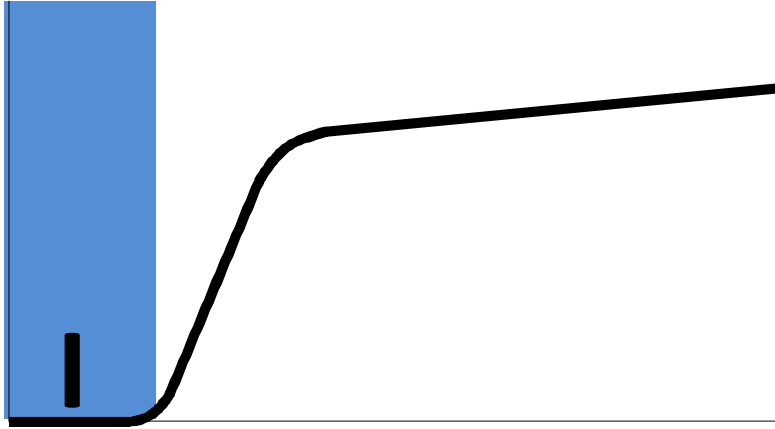
Segmento espiratorio

Segmento espiratorio +  
Segmento inspiratorio

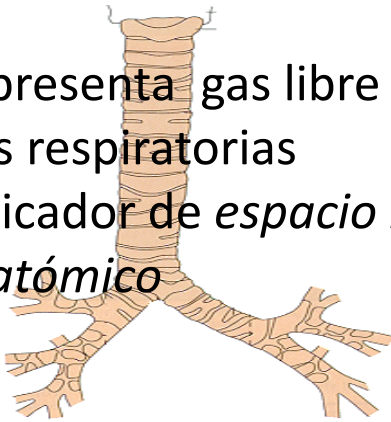




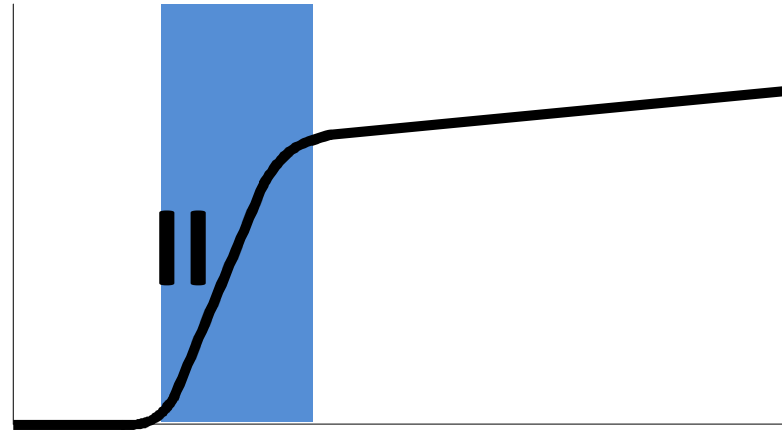
# Fase I



- Representa gas libre de CO<sub>2</sub> de las vías respiratorias
- Indicador de *espacio muerto anatómico*

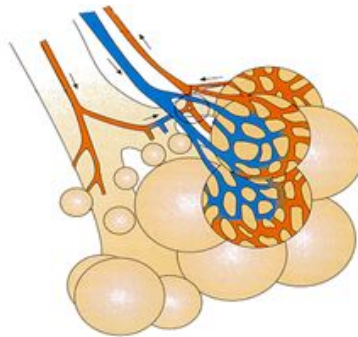
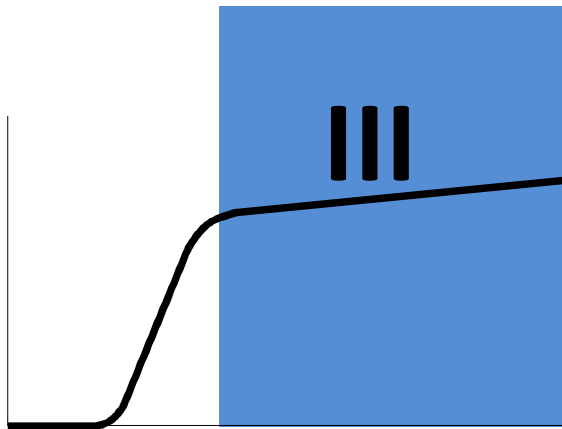


# Fase II



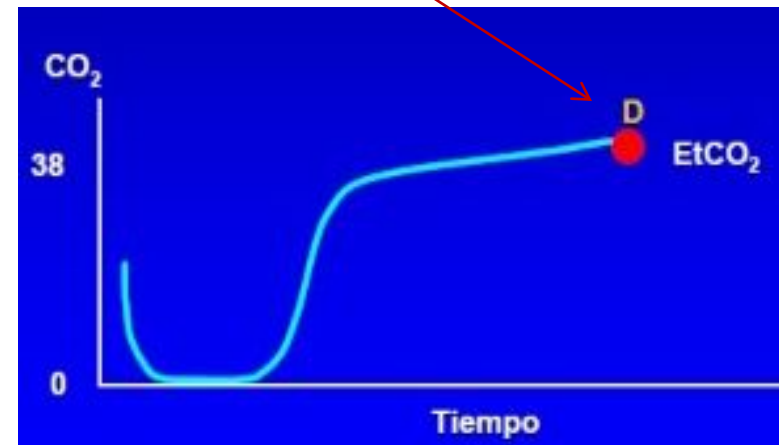
- Fase de transición desde las vías aéreas superiores a las inferiores
- Mezcla de aire del espacio muerto con gas alveolar
- Indicador de la *perfusión alveolar*

# Fase III: meseta alveolar



- Representa el gas proveniente únicamente del espacio alveolar, rico en CO<sub>2</sub>
- Indicador de la *distribución del gas a nivel alveolar*

**EtCO<sub>2</sub>**: PCO<sub>2</sub> al final de la espiración



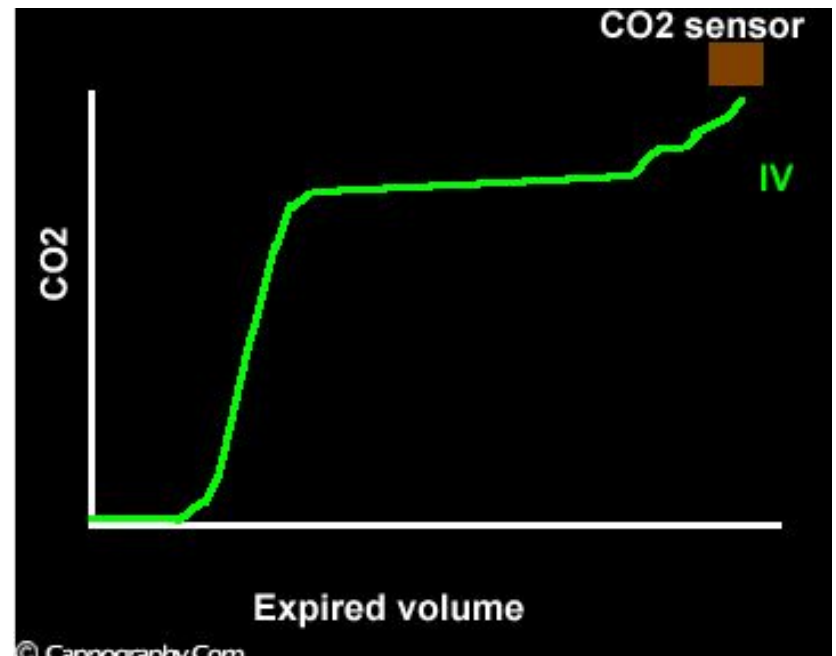
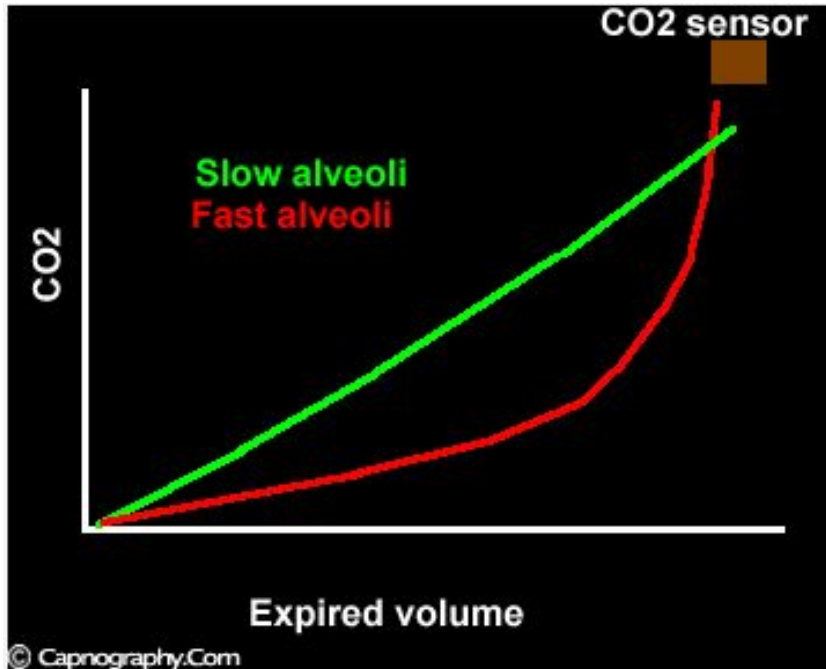
- *La producción de CO<sub>2</sub> y su transporte*
- *La perfusión pulmonar*
- *La ventilación pulmonar*



# Factores responsables de la pendiente de la fase III

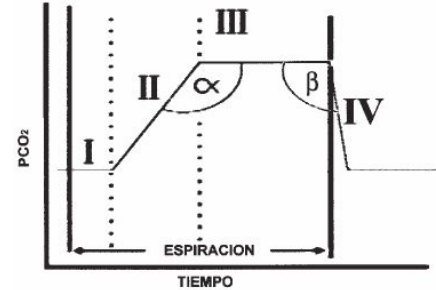
A) Variación cíclica alveolar de CO<sub>2</sub>

B) El vaciado final de los alvéolos con una relación V / Q menor



# La pendiente de la fase III es el resultado de...

- Patrones diferentes de vaciado alveolar ( $V/Q$ )
- Excreción continua de  $CO_2$  en los alveolos
- Angulo alfa
- OTROS FACTORES:



\* Gasto cardíaco

\* Producción de  $CO_2$

\* Capacidad funcional residual

\* Resistencia de las vías respiratorias



# Capnografía basada en el *tiempo*: utilidades clínicas

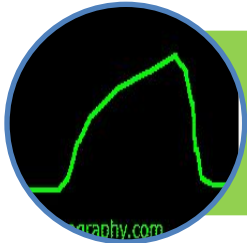
- Detección de apnea
- Intubación esofágica
- Hipo/hipercapnea (tendencia del EtCO<sub>2</sub>)
- Obstrucción de vías aéreas (broncoespasmo)
- Reinhalación CO<sub>2</sub>
- Fallos en el circuito del sistema respiratorio
- Adaptación del paciente al ventilador
- Monitorización en pacientes no intubados
- Monitorización durante la RCP



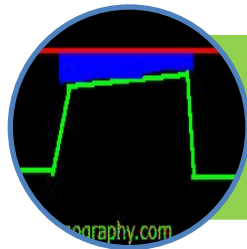
# Interpretación: tres fuentes de información

52

**NUMEROS: EtCO<sub>2</sub>**




**LINEAS Y CURVAS: formas de capnogramas**



**ESPACIOS MUERTOS: gradiente (a-Et) CO<sub>2</sub>**

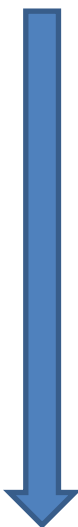


## PETCO<sub>2</sub> increased



output	Pulmonary perfusion	Alveolar Ventilation	Technical errors Machine faults
Fever Malignant hyperpyrexia Sodium bicarbonate Tourniquet release Venous CO <sub>2</sub> embolism	Increased cardiac output Increased blood pressure	Hypoventilation Bronchial intubation Partial airway obstruction Rebreathing	Exhausted CO <sub>2</sub> absorber Inadequate fresh gas flows Leaks in breathing system Faulty ventilator Faulty valves

## PETCO<sub>2</sub> decreased



CO <sub>2</sub> output	Pulmonary perfusion	Alveolar Ventilation	Technical errors Machine faults
Hypothermia	Reduced cardiac output Hypotension Hypovolemia Pulmonary embolism Cardiac arrest	Hyperventilation Apnea Total airway obstruction Partial airway obstruction Accidental tracheal extubation	Circuit disconnection Sampling tube leak Malfunction of ventilator

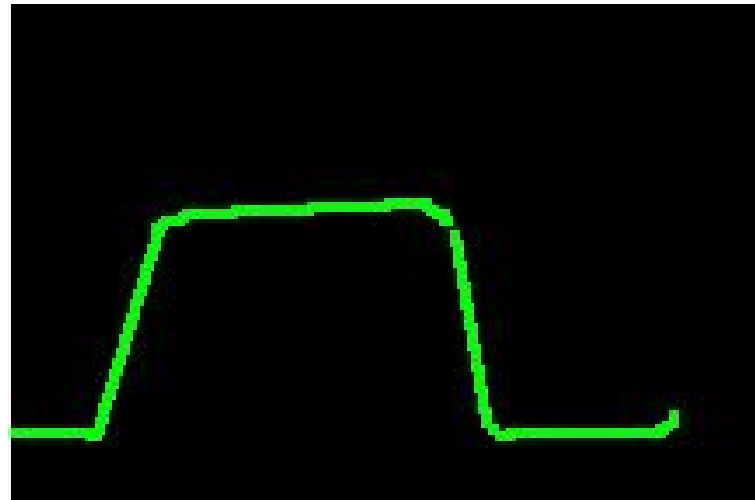




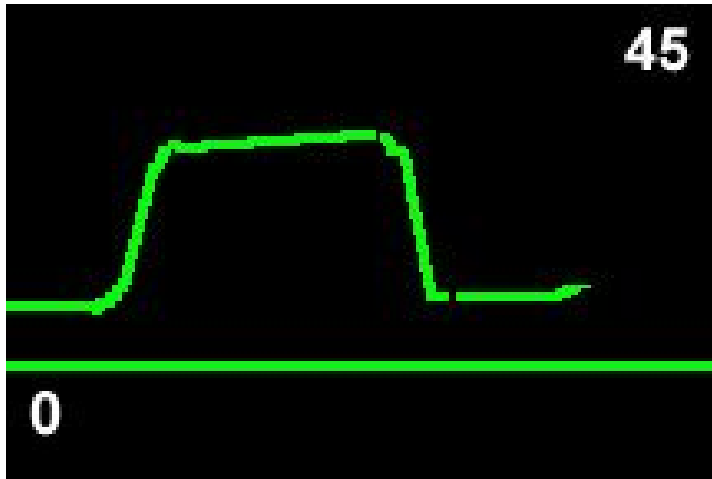
# ¿Analizamos la curva?

**Deben ser evaluadas 5 características:**

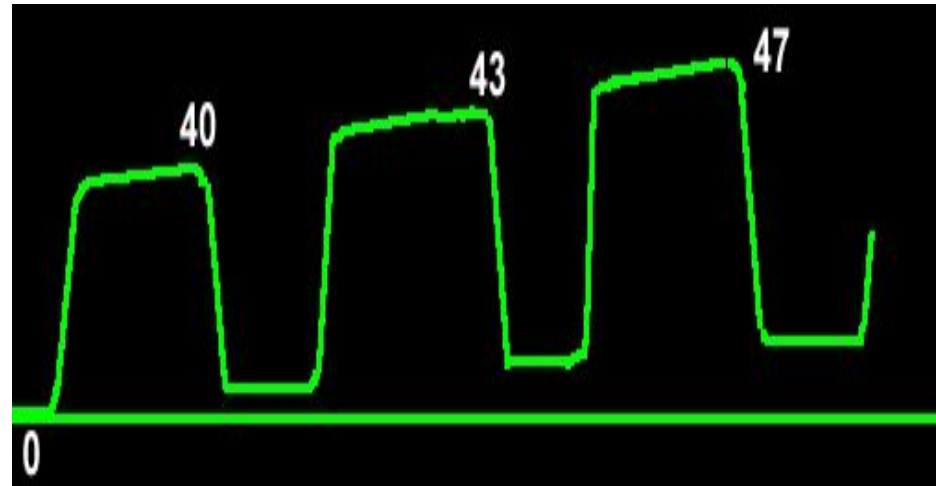
- Frecuencia
- Ritmo
- Altura
- Base
- Forma



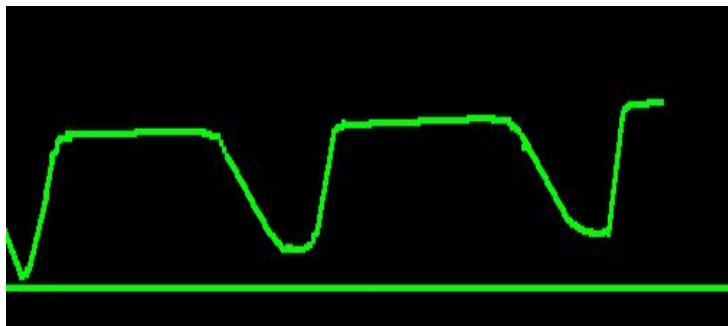
# Ondas capnográficas más frecuentes: elevación línea de base



1. REINHALACIÓN: sal agotada



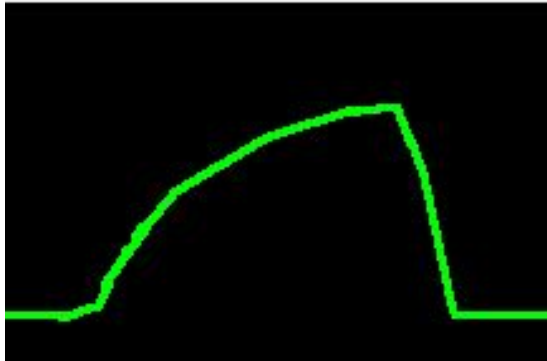
2. Sensor CO2 contaminado



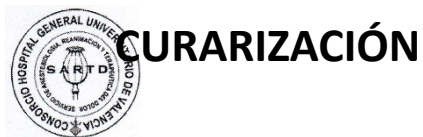
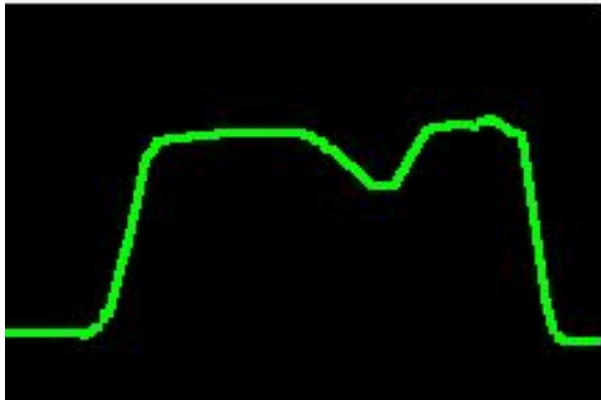
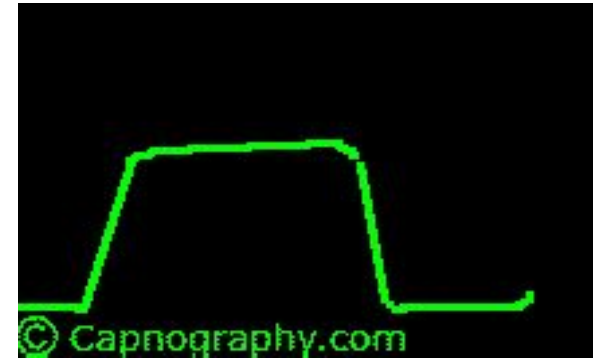
3. Válvula inspiratoria defectuosa



# Ondas capnográficas más frecuentes : prolongación de la fase II y III

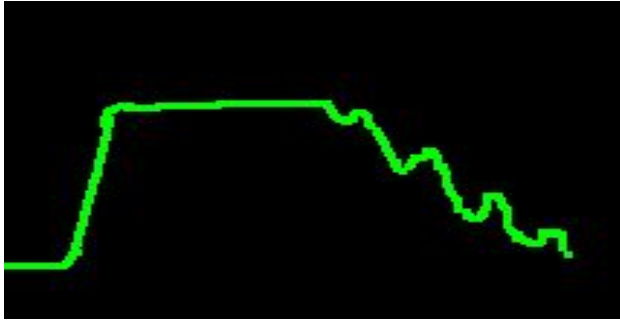


BRONCOESPASMO

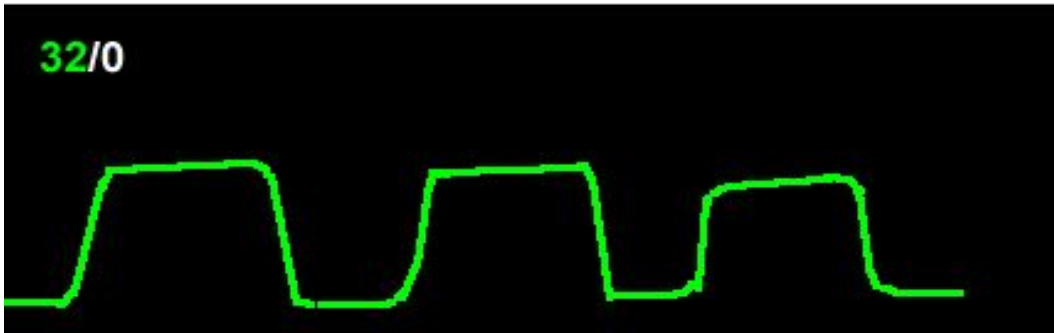


CESÁREA

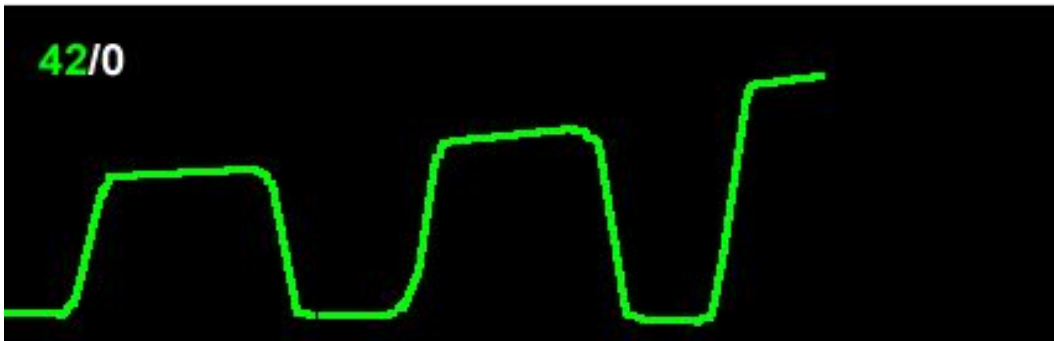
# Otras formas anormales de onda de CO2



**Oscilaciones cardiogénicas: efecto mariposa**

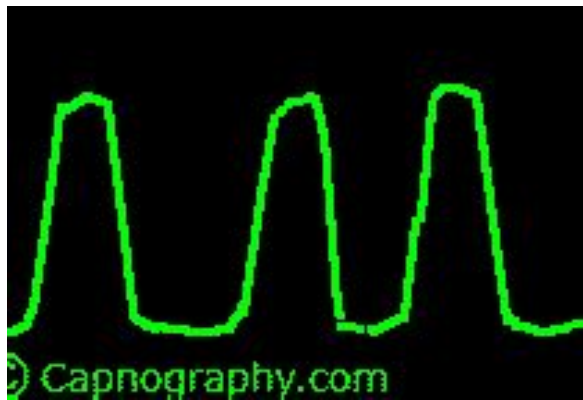


**Hiperventilación**

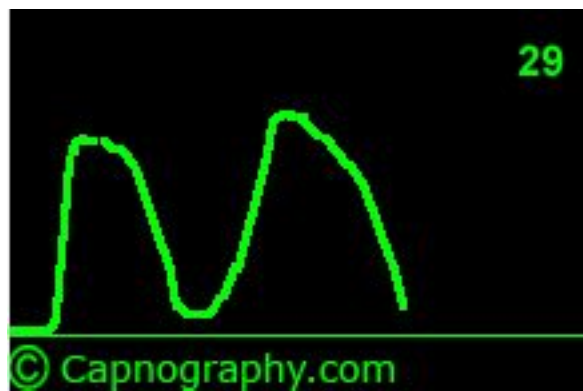


**Hipoventilación**

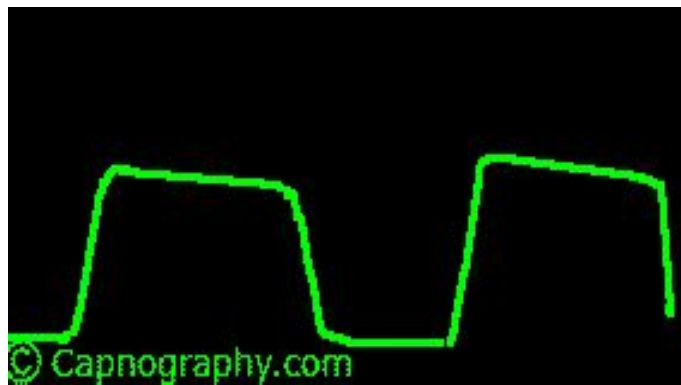




**Ventilación espontánea**



**Intubación endobronquial**



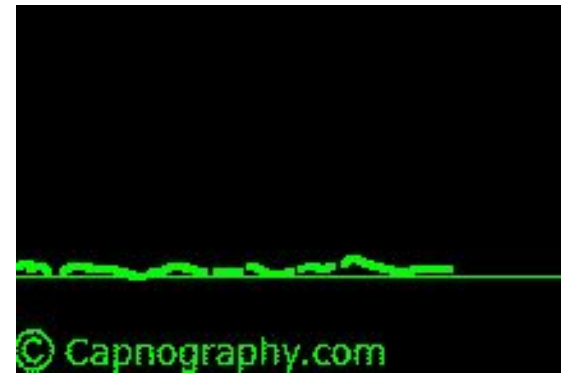
**Enfisema severo**



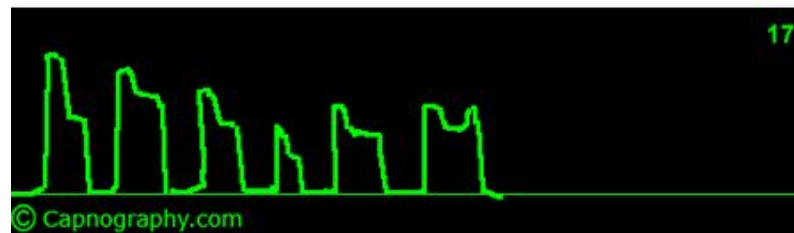
# Capnografía estándar: OTROS ASPECTOS CLINICOS

- **Supervisión de la respiración durante la anestesia**
- **Adecuada respiración espontánea**
- **Monitor de apneas**
- **!! I. Respiratoria crónica con riesgo de narcosis**

- **Intubación esofágica accidental**



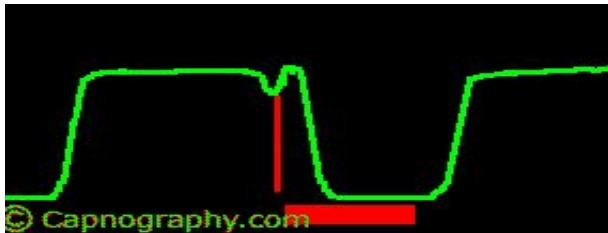
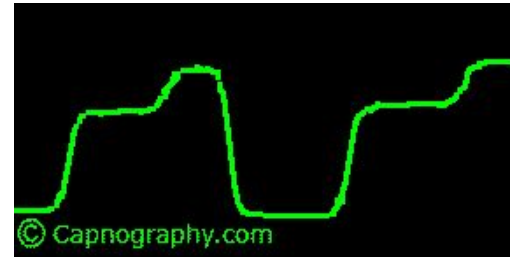
**La ingestión de bebidas gaseosas antes de la anestesia**



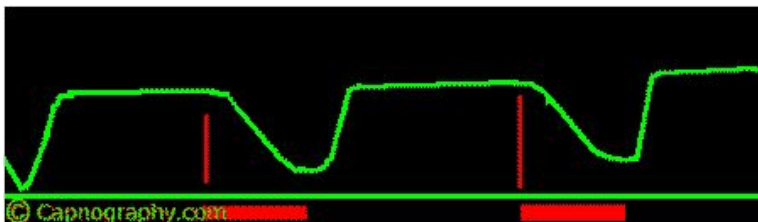
# Capnografía estándar: OTROS ASPECTOS CLINICOS

## Integridad de los aparatos de anestesia

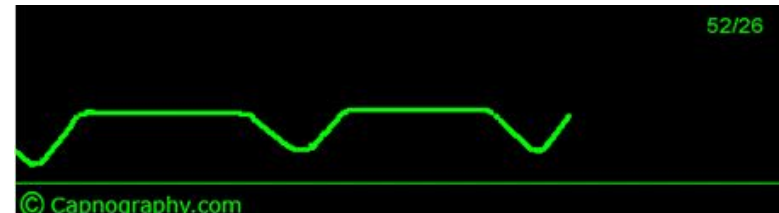
- Fugas del circuito
- Incompetencias valvulares



Cierre incompleto válvula inspiratoria



V.inspiratoria incompetente



Válvula espiratoria atascada abierta





# Capnometria *volumétrica* : utilidades clínicas

- Depura **TODOS** los datos ofrecidos por una capnografía en **función del tiempo**, adicionando el análisis de:



1. **Eficiencia ventilatoria**
2. **Intercambio gaseoso alveolar**
3. **Estabilidad hemodinámica (perfusión pulmonar)**
4. **Relación ventilación/perfusión**
5. **Evaluación del metabolismo**



# CAPNOMETRIA VOLUMÉTRICA

1. Espacio muerto: ventilación
2. (a-Et)PCO<sub>2</sub>: intercambios gaseosos alveolares + VD alveolar
3. PEtCO<sub>2</sub>: perfusión pulmonar
4. Pendiente de la fase III: relación V/Q
5. VCO<sub>2</sub>: metabolismo



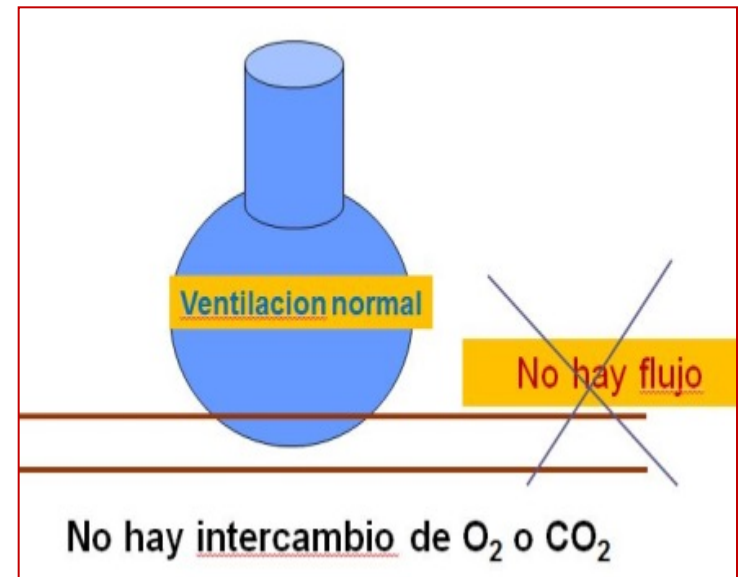
# Definición de los espacios muertos:

## “*Ventilación ineficaz*”

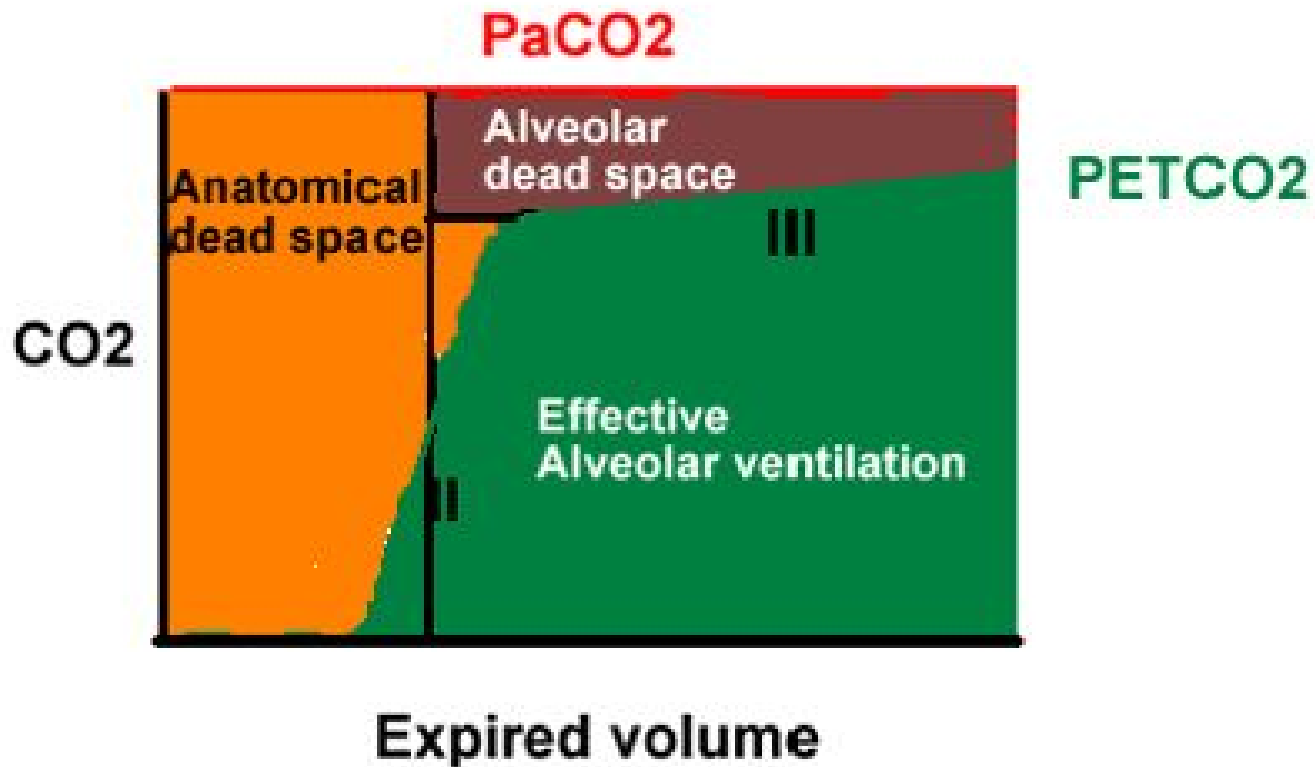
- porción del VT que no está en contacto con alvéolos perfundidos

$$VD_{phys} = V_{daw} + V_{dalv}$$

1. ***VD anatómico*** o de la vía aérea ( $V_{Daw}$ ) se extiende desde el extremo del TET hasta la “*interfase*” entre los transportes de  $CO_2$  por *convección-difusión*
  2. ***VD alveolar*** ( $V_{Dalv}$ ) es el VD distal a la “*interfase*”
- ***VD instrumental*** parte del ***VD anatómico***.



# Cálculo del espacio muerto (VD)



# Cálculo del espacio muerto

## **Fórmula de Bohr:**

$$V D_{\text{Bohr}} / V T = (P A \text{ CO}_2 - P E \text{ CO}_2) / P A \text{ CO}_2$$

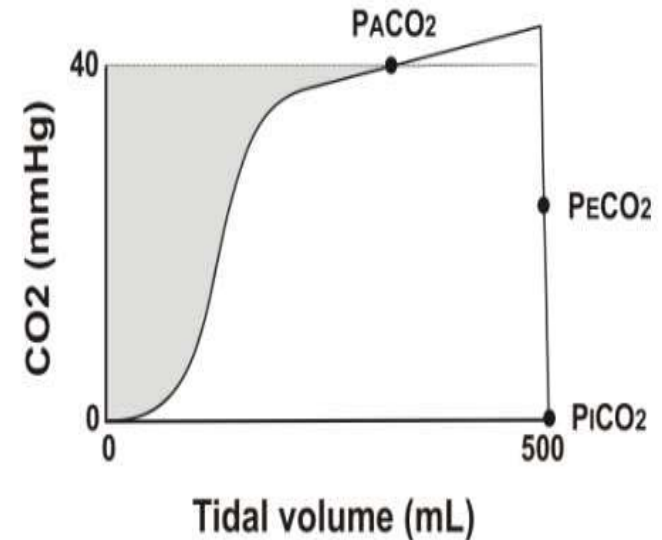
## **Fórmula de Enghoff:**

$$V D_{\text{B-E}} / V T = (P a \text{ CO}_2 - P E \text{ CO}_2) / P a \text{ CO}_2$$

\*\*Donde  $P E \text{ CO}_2$  = presión de  $\text{CO}_2$  mixto espirado

$$P E \text{ CO}_2 = V T \text{CO} \times (B P - P H_2 O) / V T$$

\*\* *Sobreestimación del VD en shunt → algoritmos de corrección*



Corrections of Enghoff's dead space formula for shunt effects still overestimate Bohr's dead space

Fernando Suarez-Sipmann<sup>a, b, c</sup>, Arnoldo Santos<sup>b</sup>, Stephan H. Böhm<sup>d</sup>, Joao Batista

Respiratory Physiology & Neurobiology

Volume 189, Issue 1, 1 October 2013, Pages 99–105



# ¿Por qué es importante medir la relación VD/VT?

- **Valor pronóstico de riesgo de mortalidad en ARDS**

➤ La fracción VD/VT fue marcadamente elevada ( $0.58 \pm 0.09$ ) en la fase temprana de ARDS

## PULMONARY DEAD-SPACE FRACTION AS A RISK FACTOR FOR DEATH IN THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

THOMAS J. NUCKTON, M.D., JAMES A. ALONSO, R.R.T., RICHARD H. KALLET, R.R.T., M.S., BRIAN M. DANIEL, R.R.T., JEAN-FRANÇOIS PITTET, M.D., MARK D. EISNER, M.D., M.P.H., AND MICHAEL A. MATTHAY, M.D.

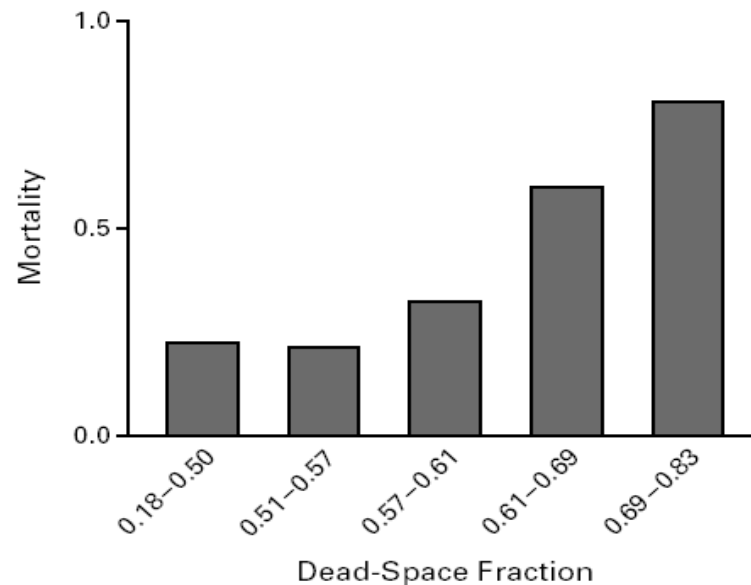


TABLE 3. ODDS RATIOS FOR VARIABLES INDEPENDENTLY ASSOCIATED WITH AN INCREASED RISK OF DEATH.\*

VARIABLE	ODDS RATIO (95% CI)	P VALUE
Dead-space fraction (per increase of 0.05)†	1.45 (1.15-1.83)	0.002
SAPS II (per 1-point increase)	1.06 (1.03-1.08)	<0.001
Quasistatic respiratory compliance (per decrease of 1 ml/cm of water)	1.06 (1.01-1.10)	0.01

\*Results were calculated with the use of stepwise, forward, multiple-logistic regression. The odds of death increased as the dead-space fraction and the Simplified Acute Physiology Score II (SAPS II) increased and as quasistatic respiratory compliance decreased. CI denotes confidence interval.

†Measurements of the dead-space fraction include the compressible volume of the ventilator circuit.

The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE





*Chest*. 2008 Jan;133(1):62-71. Epub 2007 Nov 7.

**Prognostic value of different dead space indices in mechanically ventilated patients with acute lung injury and ARDS.**

Lucangelo U, Bernabè F, Vatua S, Degrassi G, Villagrà A, Fernandez R, Romero PV, Saura P, Borelli M, Blanch L.

- **VD/VT se correlaciona con la severidad de la injuria pulmonar**

*Med Intensiva*. 2011 Dec;35(9):529-38. doi: 10.1016/j.medin.2011.05.016. Epub 2011 Jul 22.

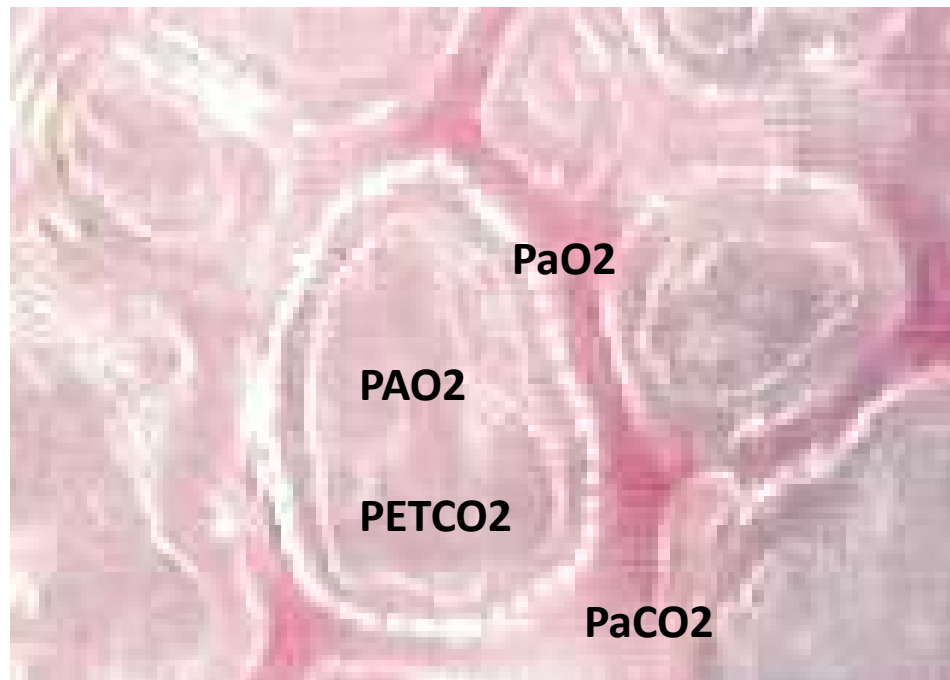
**[Utility of the dead space fraction (Vd/Vt) as a predictor of extubation success].**

- **VD/VT como predictor de extubación**
- Asociación significativa entre el Vd / Vt y el fracaso de la extubación, con OR = 1.52 (IC 1.11 a 2.9, p = 0.008 95%).



# Eficiencia del intercambio gaseoso

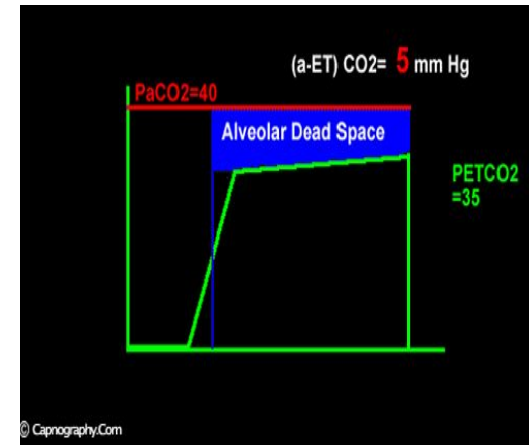
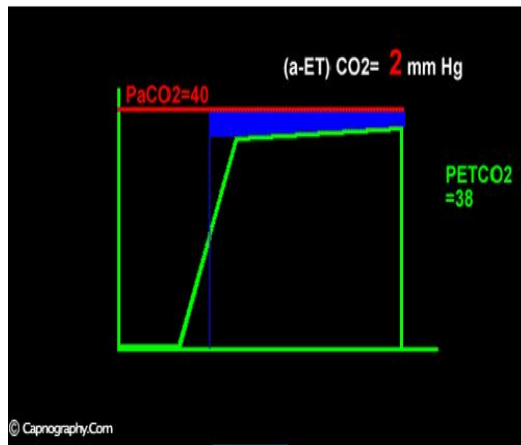
La  $(a-ET)PCO_2$  es un índice de intercambio de carbónico a través de la membrana alvéolo-capilar  
es un indicador del *espacio muerto alveolar*





# Interpretación (a-ET) PCO<sub>2</sub>

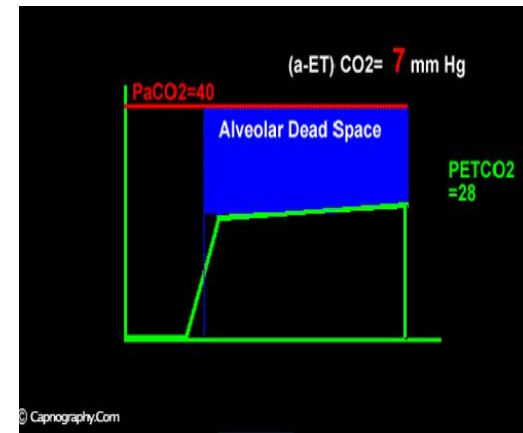
- Los valores normales de (a-ET) PCO<sub>2</sub> son de 2-5 mmHg
- Relación positiva entre el espacio muerto alveolar y (a-Et) PCO<sub>2</sub> UNICAMENTE cuando la fase III es plana o tiene una mínima pendiente



- (a-Et)PCO<sub>2</sub> depende de
- Espacio muerto alveolar +
- Factores que modifican la pendiente de la fase III

- (a-ET) PCO<sub>2</sub> aumenta con

- Edad
- Enfisema
- Estados de bajo gasto cardíaco
- Hipovolemia
- Embolia pulmonar

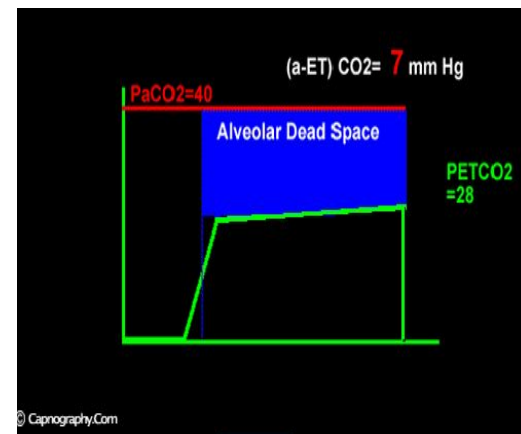


- (a-Et) PCO<sub>2</sub> disminuye

- Embarazo
- Niños

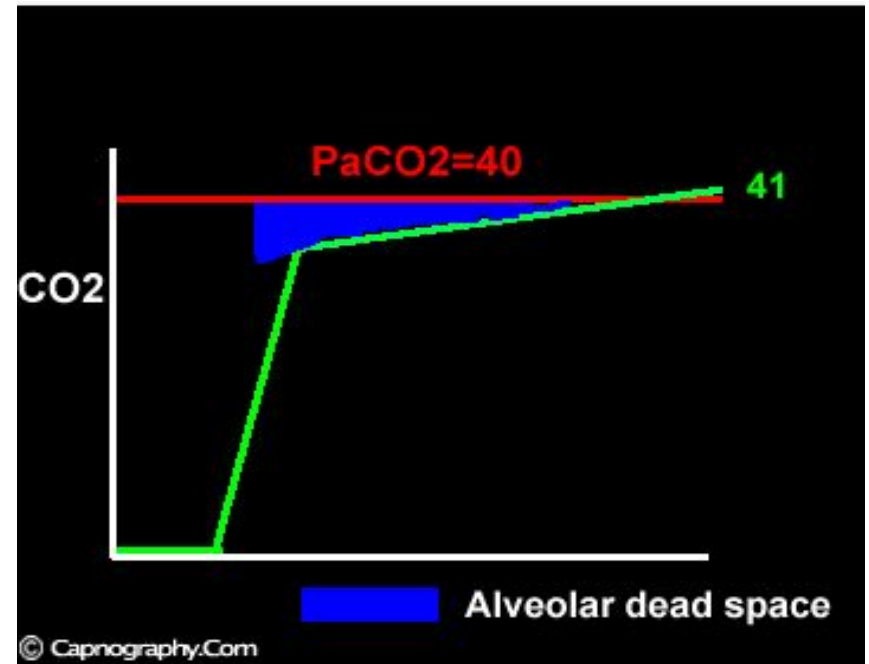


- ✓ Aumento del espacio muerto alveolar no siempre se asocia con un aumento de la (a-Et) PCO<sub>2</sub>
- ✓ Ejemplo: cirugía cardíaca



# Valor negativo ( a- Et) PCO2

- Mayores de 30 a.
- 12%: IPPV + VT altos + FR bajas
- 50%: embarazadas
- Aumento GC y producción CO2
- Reducción de FRC
- 50%: niños
- 8.1%: cirugía cardiaca
- Obesos

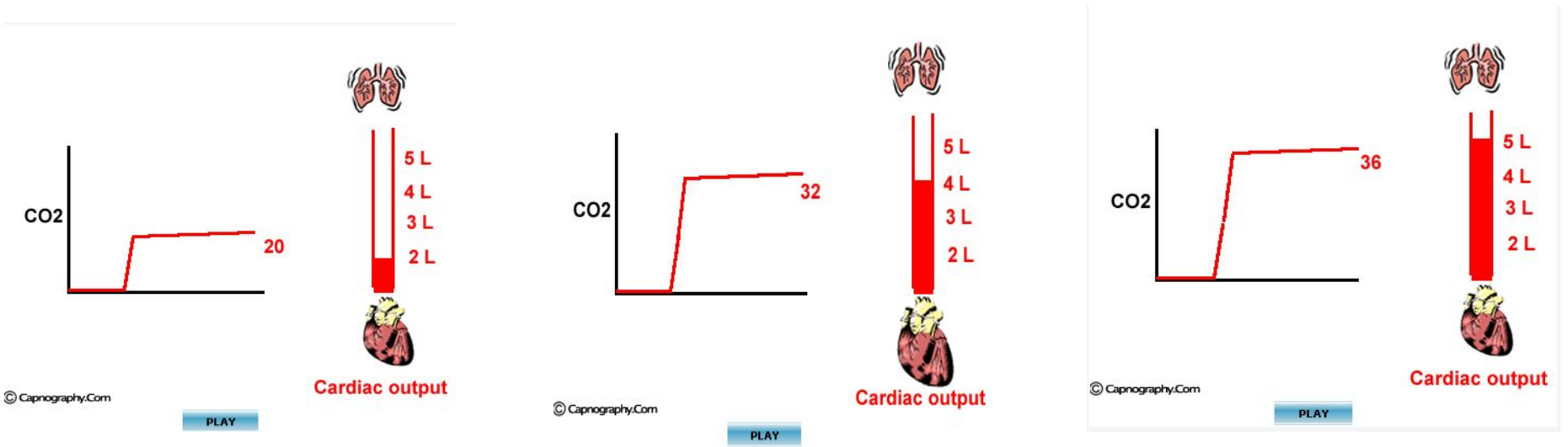


# El gasto cardíaco y la (a-Et) PCO<sub>2</sub>

Anesth Analg, 2001 Feb;92(2):306-13.

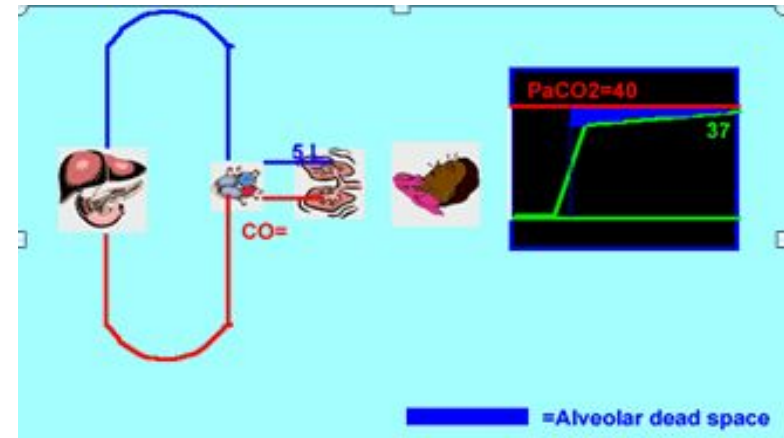
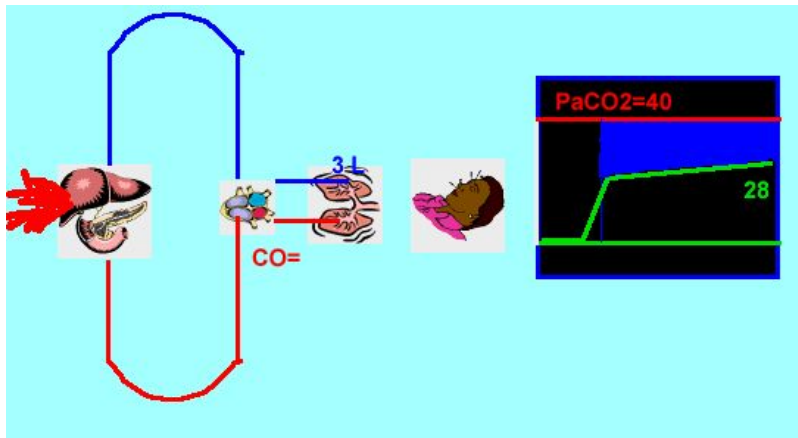
Monitoring end-tidal carbon dioxide during weaning from cardiopulmonary bypass in patients without significant lung disease.

Maslow A, Stearns G, Bert A, Feng W, Price D, Schwartz C, MacKinnon S, Rotenberg F, Hopkins R, Cooper G, Singh A, Lorina S.



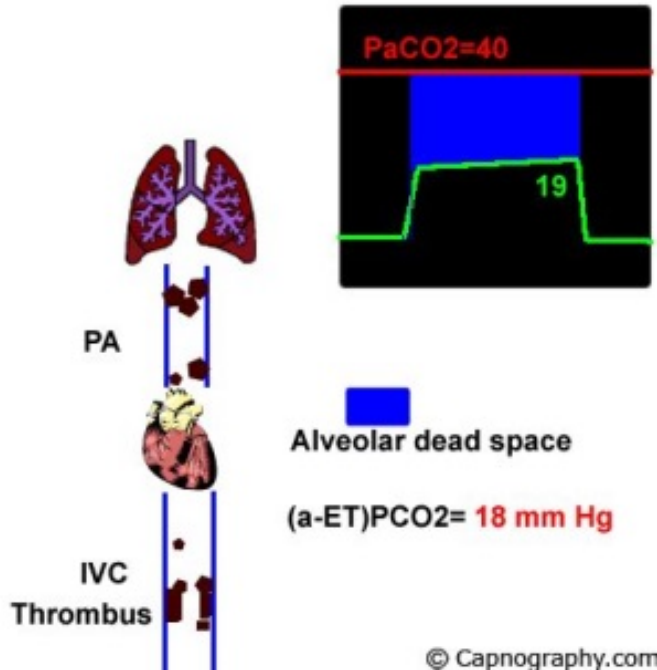
- Los aumentos del GC y del flujo sanguíneo pulmonar resultan en un aumento de la P<sub>Et</sub>CO<sub>2</sub> y una disminución en (a-ET) PCO<sub>2</sub> = disminución de espacio muerto alveolar
- Mejor perfusión partes superiores de los pulmones

- Cirugía cardiopulmonar: relación  $\text{PEtCO}_2$ - flujo sanguíneo AP
- $\text{PETCO}_2 > 30 \text{ mmHg}$ ,  $\text{GC} > 4 \text{ L / min}$  ( $\text{IC} > 2 \text{ L/min}$ )
- $\text{PETCO}_2 > 34 \text{ mmHg}$ ,  $\text{GC} > 5 \text{ L / min}$  ( $\text{IC} > 2,5 \text{ L/min}$ )



En condiciones de ventilación pulmonar constante, la monitorización de  $\text{PEtCO}_2$  se puede utilizar como estimación del flujo sanguíneo pulmonar y del GC

# Capnometria volumétrica en la detección del TEP



- Oclusión APR: aumenta V/Q y VD<sub>alv</sub>
- *Capnometria volumétrica + positividad Dimero-D = indicador altamente sensible de TEP*
- Calculo de los espacios muertos > gradiente (a-Et)PCO<sub>2</sub>
- Monitorización de la trombolisis en pacientes con TEP masivo

*J Thromb Haemost.* 2010 Jan;8(1):60-7. doi: 10.1111/j.1538-7836.2009.03667.x. Epub 2009 Oct 24.

## Volumetric or time-based capnography for excluding pulmonary embolism in outpatients?

Verschuren F, Sanchez O, Righini M, Heinonen F, Le Gal G, Meyer G, Perrier A, Thys F

*Chest.* 2004 Mar;125(3):841-50.

## Volumetric capnography as a screening test for pulmonary embolism in the emergency department.

Verschuren F, Llistro G, Coffeng R, Thys F, Roeseler J, Zech F, Reynaert M.

Department of Emergency and Intensive Care, Cliniques Universitaires Saint-Luc, Université Catholique de Louvain, Bruxelles, Belgium. Franck.verschuren@clin.ucl.ac.be



# Capnometria volumétrica para la optimización del PEEP

Intensive Care Medicine  
November 2006, Volume 32, Issue 11, pp 1863-1871

Monitoring dead space during recruitment and PEEP titration in an experimental model

Gerardo Tusman, Fernando Suarez-Sipmann, Stephan H. Böhm, Tanja Pech, Hajo Reissmann,

PEEP optima

(a-Et)PCO<sub>2</sub> mínimo



mejor oxigenación

(a-Et)PCO<sub>2</sub>

VD<sub>alv</sub>

VD/VT



indicadores útiles para detectar colapso pulmonar y titular el PEEP optimo después de una MR en pacientes con EPA y ALI





# Conclusiones



- Indicador de **eficiencia ventilatoria** y sinónimo de **seguridad**, la capnografía se ha convertido en un componente esencial del arsenal estándar de vigilancia anestésica
- Ofrece **información instantánea del estado ventilatorio** del paciente y permite la evaluación inmediata de las maniobras que realizamos
- Ayuda a **identificar situaciones corregibles** y nos orienta a actuar rápidamente antes de producirse daños irreversibles
- La capnometría volumétrica nos aporta información valiosa sobre el **estado hemodinámico, ventilatorio y metabólico** del paciente con VM y nos ayuda a optimizar sus condiciones



**Table 1. Examples of "normal" or expected values in mechanically ventilated patients<sup>1</sup>**

Description	Unit <sup>2</sup>	Normal	Reference
$VD_{aw}$	ml BTPS	2.2 ml/kg IBW	Radford 1954
slope $CO_2$	% $CO_2$ /l	$31324 \cdot V_t^{-1.535}$	Aström 2000
$V'CO_2$ <sup>3</sup>	ml/min STPD	2.6 to 2.9 ml/min/kg	Weissmann 1986 Wolff 1986
$F_{et}CO_2$ <sup>4</sup>	%	5.1 to 6.1%	Wolff 1986
$P_{et}CO_2$ <sup>4</sup>	mmHg (kPa)	36 mmHg (4.85 kPa)	Kiiski, Takala 1994
$V'alv$	ml/min BTPS	52 to 70 ml/min/kg actual body weight	5
$VD/Vt$	--	Normal: 0.36 to 0.42 High: $> 0.63 \pm 0.1$	Kiiski, Takala 1994 Wolff 1986 Nuckton 2002
$VD/Vt_{bohr}$	--	--	6

1. These values are for illustration purposes and do not replace physician-directed treatment.





**SARTD-CHGUV Sesión de Formación continuada  
Valencia 29 de octubre de 2013**