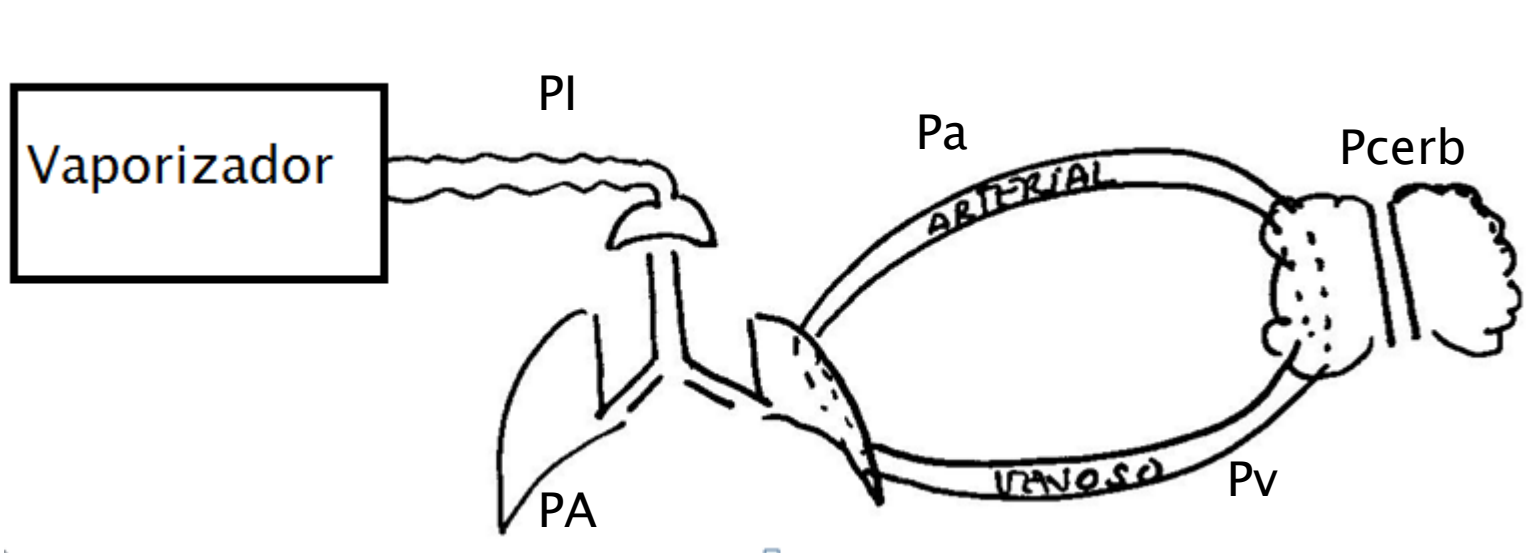




# Farmacocinètica de los anestésicos inhalatorios

Dra Pinar de Santos  
Servei d'Anestesiologia i Reanimació  
Hospital Clínic. Barcelona

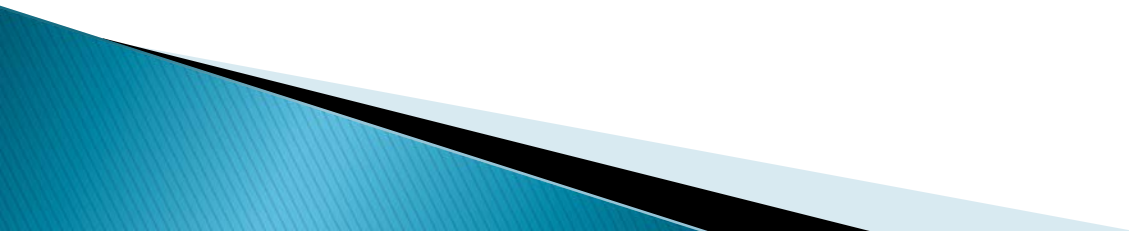


- ▶ En la fase de mantenimiento de la anestesia  $PA = P_{cerb}$
- ▶ Controlando la PA se controla de manera indirecta la  $P_{cerb}$

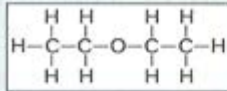
Equilibrio de presiones parciales

# Características físico químicas

---



Inhalational anaesthetics



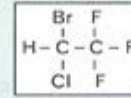
Diethyl aether  
1846



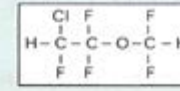
Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)  
1846



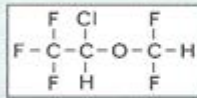
Xenon  
1951



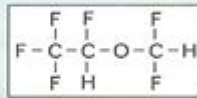
Halothane  
1956



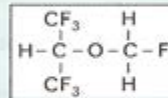
Enflurane  
1972



Isoflurane  
1981

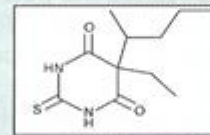


Desflurane  
1992

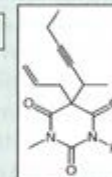


Sevoflurane  
1994

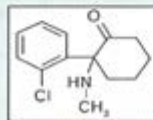
Intravenous anaesthetics



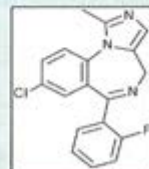
Thiopental  
1934



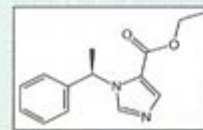
Methohexital  
1957



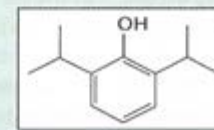
Ketamine  
1965



Midazolam  
1976



Etomidate  
1973



Propofol  
1977

## PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ANESTÉSICOS HALOGENADOS

	Halotano	Enflurano	Isoflurano	Sevoflurano	Desflurano
Punto de ebullición a 1 atm (°C)	49-51	56	48	58	23
Presión de vapor a 20°C (mmHg)	243	172	238	157	669
Olor	Aceptable	Irritante	Irritante	Aceptable	Irritante
CAM en oxígeno	0,75%	1,65%	1,15%	2,0%	6,0%
$\lambda_{\text{aceite/gas}}$	224,0	96,0	91,0	53,0	19,0

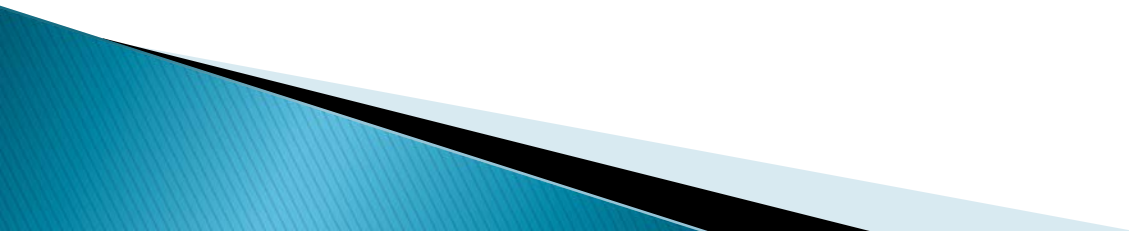
### ► Coeficiente de partición: $\lambda_{A/B}$

◦ Cociente entre el número de moléculas del gas en dos medios (A y B) cuando se han igualado sus presiones parciales

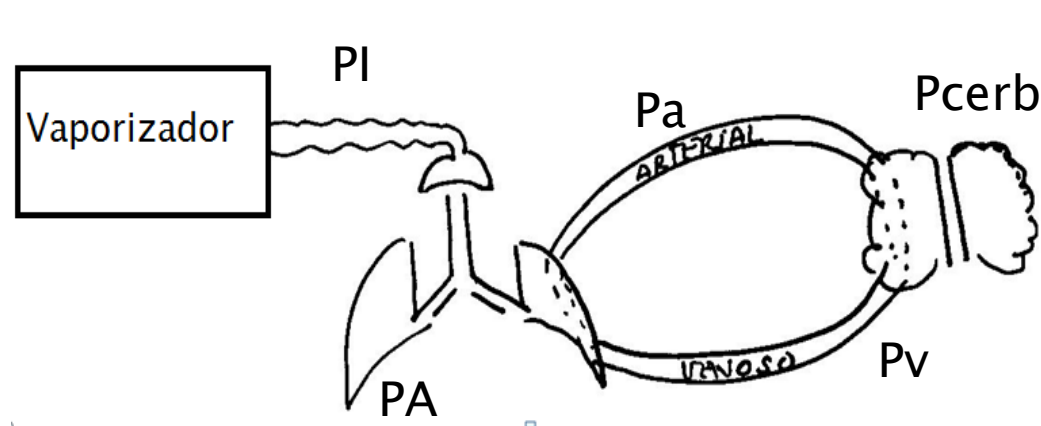
•  $\lambda_{\text{aceite/gas}}=19$ : cada ml de aceite contiene 19 veces más anestésico que un ml de gas

# Farmacocinética

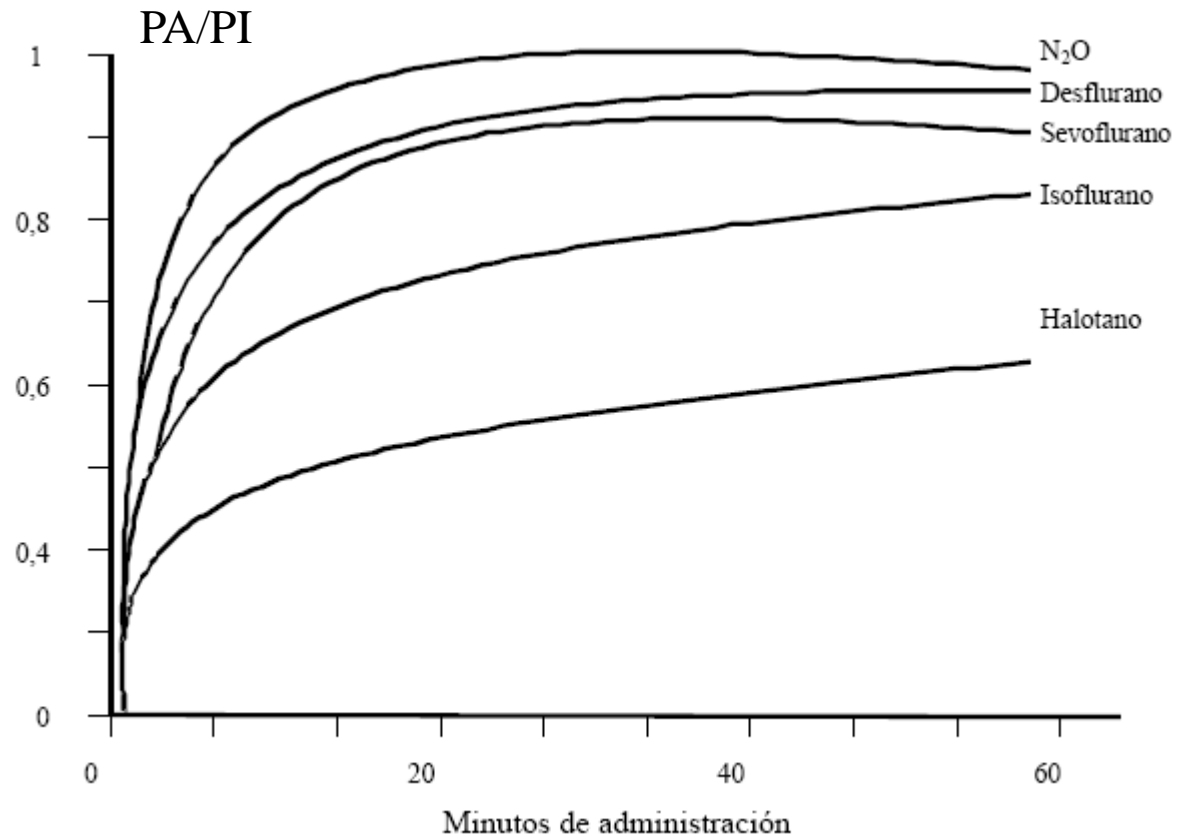
---



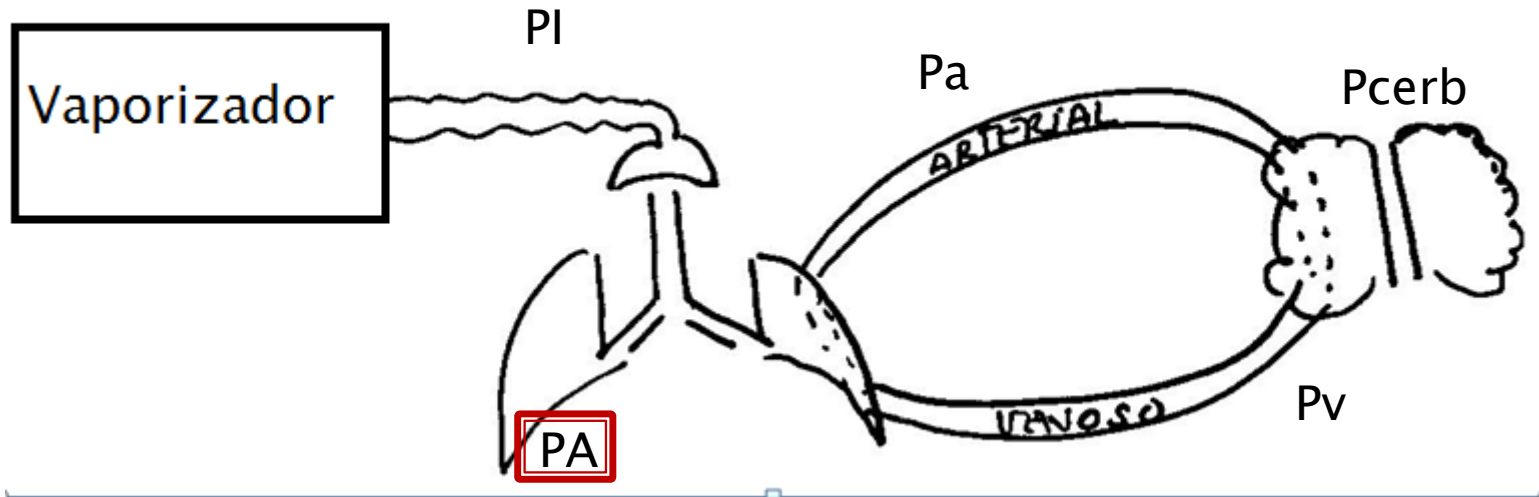
# Fases de la anestesia inhalatoria



- ▶ **Inducción:** desde el inicio del aporte del anestésico hasta que se consigue la  $P_{\text{cerb}}$
- ▶ **Mantenimiento:** desde que la consecución de la  $P_{\text{cerb}}$  hasta que se cierra el aporte de anestésico
- ▶ **Despertar:** desde que se cierra el aporte del anestésico





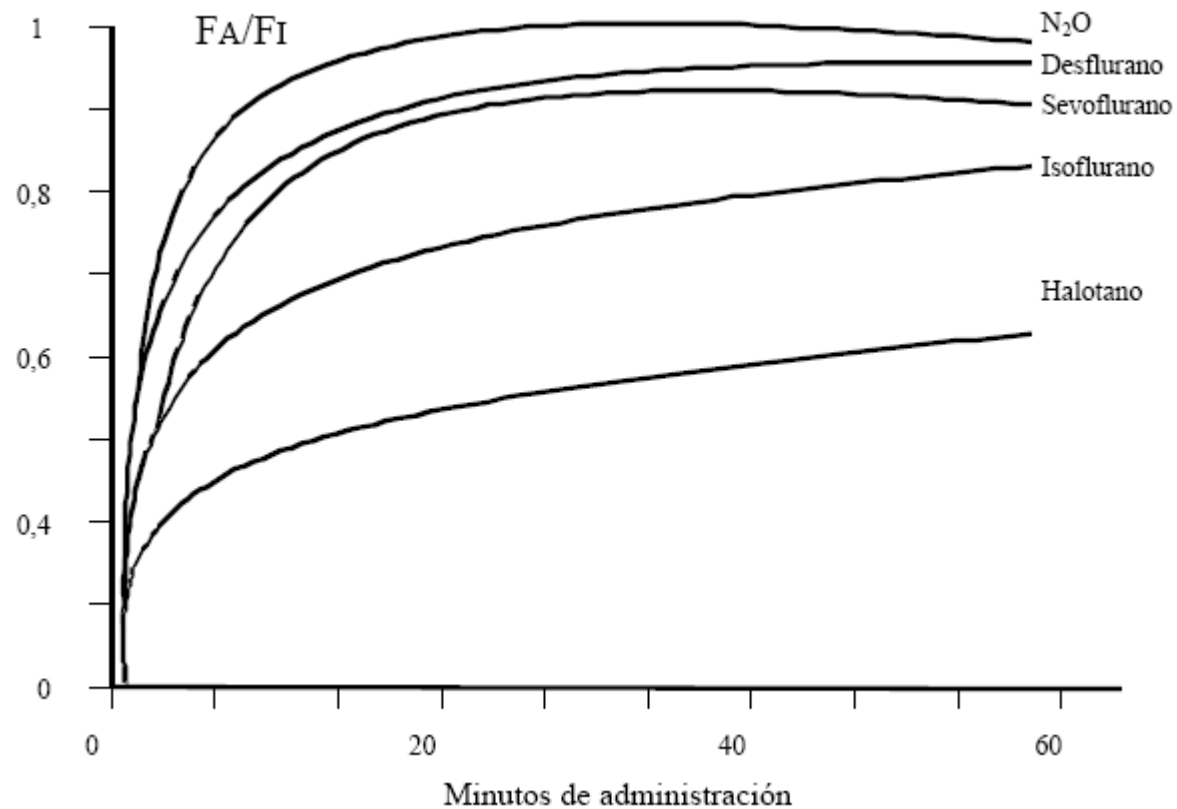


- ▶ Favorece  $\uparrow$  PA/PI
  - Presión inspiratoria
  - Ventilación alveolar

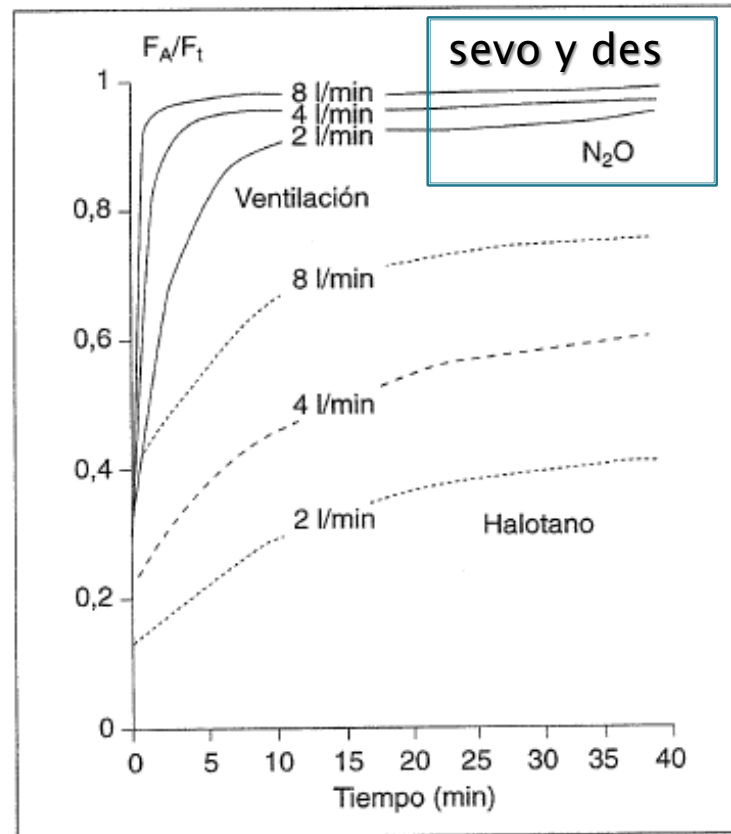
- ▶ Dificulta  $\uparrow$  PA/PI
  - Captación
    - Solubilidad en sangre
    - Gasto cardiaco
    - Grad alveolo-venoso

# Presión parcial inspiratoria

## ▶ Efecto concentración



# Ventilación alveolar



Efecto de la ventilación alveolar sobre el cociente  $F_A/F_I$ .

# Captación

---

- ▶ Es el factor más importante que condiciona la rapidez de inducción
- ▶ La elevación de la PA es contrarrestado por el flujo de anestésico captado por la sangre

$$\text{Captación sanguínea} = \lambda_{s/g} \times GC \times PA - V_{pp_{anest}}$$

$\lambda_{s/g}$ : solubilidad en sangre

GC: gasto cardiaco

$PA - V_{pp_{anest}}$ : gradiente alveolo venoso de la presión parcial del anestésico

# Solubilidad en sangre: coeficiente de partición sangre/gas

---

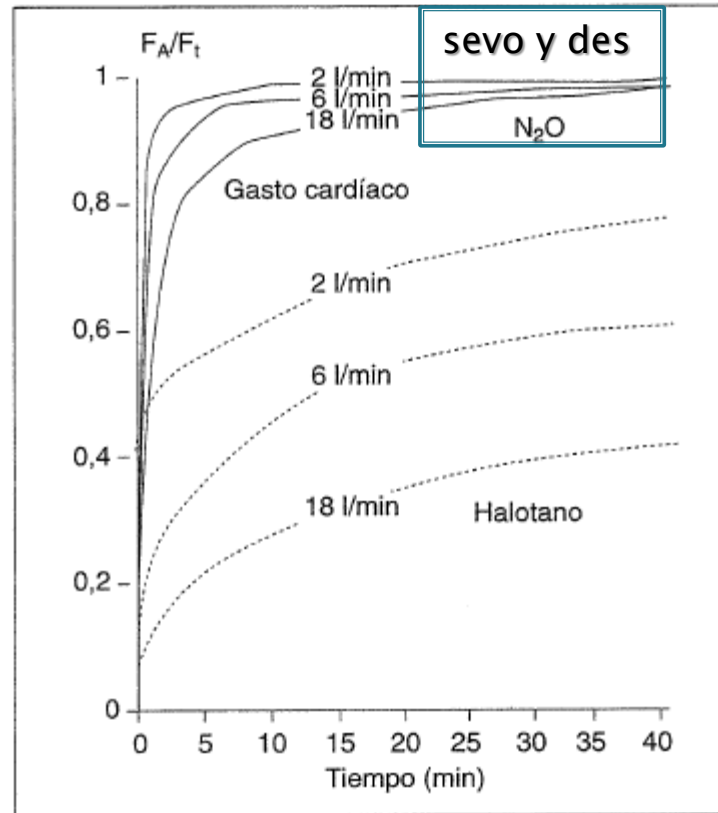
- ▶ Coeficiente de partición:  $\lambda_{A/B}$ 
  - Cociente entre el número de moléculas del gas en dos medios (A y B) cuando se han igualado las presiones parciales en ambos medios
    - $\lambda_{\text{sangre/gas}} = 10$ : cada ml de sangre contiene 10 veces más anestésico que un ml de gas alveolar
    - $\lambda_{\text{sangre/gas}} = 0,5$ : cada ml de gas alveolar contiene 2 veces más anestésico que un ml de sangre

## COEFICIENTES DE PARTICIÓN DE LOS ANESTÉSICOS HALOGENADOS

Coeficiente de partición ( $\lambda$ )	Halotano	Enflurano	Isoflurano	Sevoflurano	Desflurano
Sangre/gas	2,54	1,8	1,46	0,69	0,42
Tejido/sangre					
Cerebro	1,9	1,4	1,6	1,7	1,3
Corazón	1,8	-	1,6	1,8	1,3
Hígado	2,1	2,1	1,8	1,8	1,3
Riñón	1,0	-	1,2	1,2	1,0
Músculo	3,4	1,7	2,9	3,1	2,0
Grasa	51	36	45	48	27

◦ A menor  $\lambda_{\text{sangre/gas}}$ , menor número de moléculas se requieren para saturar la sangre, disminuyendo la captación y aumentando la PA.

# Gasto cardiaco



Efecto del gasto cardiaco sobre el cociente  $F_A/F_I$ .

# Gradiente A-Vpp<sub>anest</sub>

- ▶ Resultado de la captación tisular
- ▶ A mayor captación tisular (mayor gradiente), mayor captación sanguínea y menor PA
- ▶ El factor más importante es el flujo sanguíneo tisular.

**Tabla III. Compartimentos titulares corporales**

	<b>Porcentaje de la masa corporal*</b>	<b>Flujo sanguíneo (% del gasto cardíaco)</b>	
Grupo rico en vasos	10%	75%	inducción
Grupo muscular	50%	19%	
Tejido graso	20%	5%	
Grupo pobre en vasos	20%	1%	mantenimiento

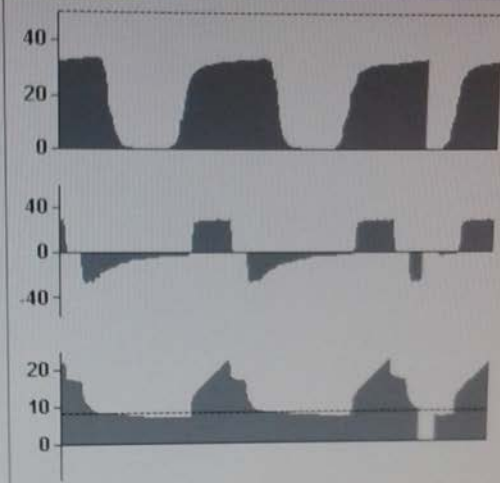
\*adulto de 70 kg



# Volumen

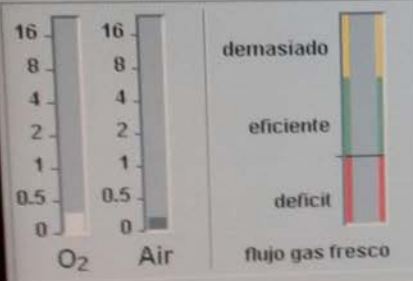
16 Nov. 2012 09:47 100%

	insp.	esp.	
O <sub>2</sub>	80	76	%
N <sub>2</sub> O	0	0	%
Des.	4.3	3.1	%
CAM	Edad 40	0.5	



etCO <sub>2</sub>	34
mmHg	
inCO <sub>2</sub>	1
VM	6.2
V <sub>T</sub>	508
frec.	12
Pico	22
PLAT	17
PEEP	7

- Límites alarmas
- Límites automát.
- Todas alarmas
- Diario de sucesos
- Diseño pantalla
- bucles
- Config.
- Parar 6:35



V<sub>T</sub> 508  
 kPa x 100 1000  
 Air 5.4 0  
 N<sub>2</sub>O 5.6 0  
 PAW 0 20 40  
 Volúmetro -- s

Iniciar Volúmetro: ● confirmar.

## Gas fresco

O <sub>2</sub> %	Flujo L/min
70	0.50

I:E = 1:1.9 Trigger = OFF

P <sub>MAX</sub> hPa	V <sub>T</sub> ml	frec. 1/min	T <sub>INSP</sub> seg	Δ Pps hPa	PEEP hPa	Más ajustes
40	520	12	1.7	OFF	7	

PA/PI: 0,72

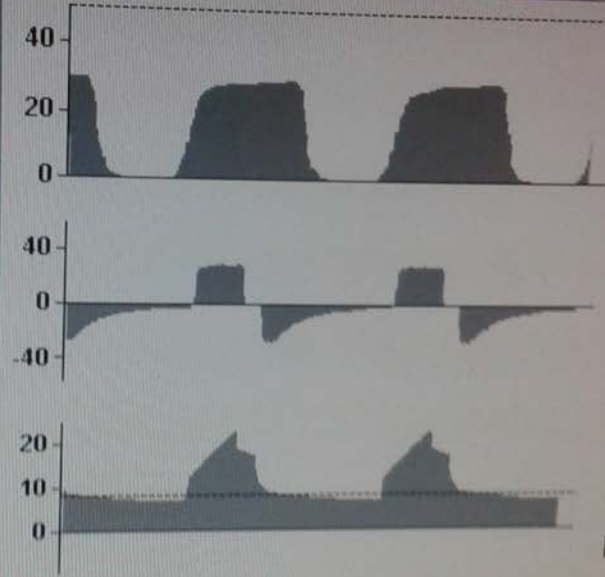
# Volumen

16 Nov. 2012  
09:53

	insp.	esp.	%
O <sub>2</sub>	73	70	
N <sub>2</sub> O	0	0	
Des.	3.5	3.1	

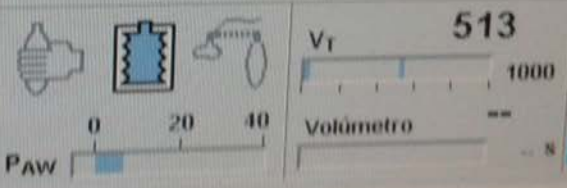
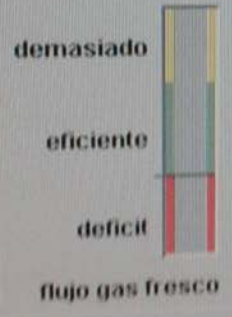
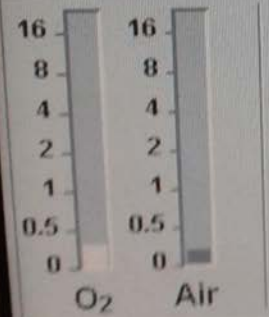
  

CAM	Edad 40	0.5
-----	---------	-----



etCO <sub>2</sub>	30
mmHg	
inCO <sub>2</sub>	1
VM	6.2
V <sub>T</sub>	513
frec.	12
Pico	23
PLAT	17
PEEP	7

- Limita alarm
- Limite autom
- Todas alarmas
- Diario de sucesos
- Diseño pantalla
- bucles
- Config.
- Inicio crono



	KPa x 100	linPres	botellas
O <sub>2</sub>	4.9	0	
Air	5.4	0	
N <sub>2</sub> O	5.6	0	

Iniciar Volúmetro: ● confirmar.

Gas fresco	
O <sub>2</sub> %	Flujo L/min
70	0.50

I:E = 1:1.9						Trigger = OFF	
P <sub>MAX</sub> hPa	V <sub>T</sub> ml	frec. 1/min	T <sub>INSPI</sub> seg	Δ P <sub>ps</sub> hPa	PEEP hPa	Más ajustes	
40	520	12	1.7	OFF	7		

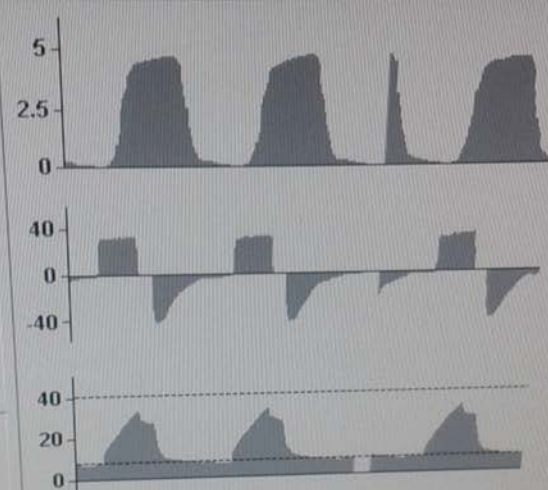
PA/PI: 0,88

# Volumen

16 Nov. 2012

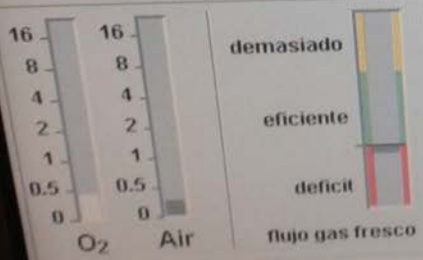
11:35 100%

	insp.	esp.	
O <sub>2</sub>	56	52	%
N <sub>2</sub> O	0	0	%
Des.	3.8	3.6	%
CAM	Edad 40	0.6	



etCO <sub>2</sub>	4.8
inCO <sub>2</sub>	0.1
VM	7.9
V <sub>T</sub>	499
frec.	16
Pico	33
PLAT	27
PEEP	7

- Límites alarmas
- Límites automat.
- Todas alarmas
- Diario de sucesos
- Diseño pantalla
- bucles
- Config.
- Inicio crono



V<sub>T</sub> 499  
 kPa x 100 linPres botellas  
 O<sub>2</sub> 4.8 0  
 Air 5.3 0  
 N<sub>2</sub>O 5.6 0  
 PAW 0 20 40  
 Volúmetro -- s

Iniciar Volúmetro: ● confirmar.

I:E = 1:1.5 Trigger = OFF

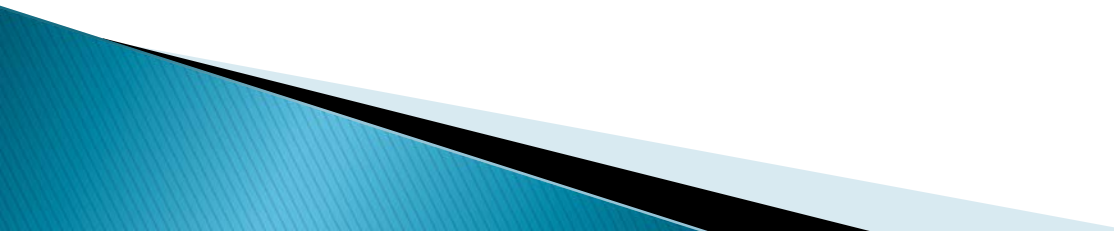
Gas fresco		P <sub>MAX</sub>	V <sub>T</sub>	frec.	T <sub>insp</sub>	Δ Pps	PEEP	Más ajustes
O <sub>2</sub>	Flujo	hPa	ml	1/min	seg	hPa	hPa	
70	0.70	40	520	16	1.5	OFF	7	

PA/PI: 0,94



# Despertar de la anestesia. Recuperación

---



- ▶ Inversa de la inducción, excepto:
  - Ausencia de efecto concentración
  - Concentraciones tisulares
    - Sirven como reservorio
    - Redistribución
    - El impacto dependerá del tiempo anestésico y de las  $\lambda_{\text{tejido/sangre}}$
  - Metabolismo

**Tabla IV. Porcentaje de anestésico administrado recuperado como metabolitos**

Oxido nitroso	0,004%
Desflurano	0,02%
Isoflurano	0,17%
Enflurano	2,4%
Sevoflurano	3%
Halotano	15-20%
Metoxiflurano	50%

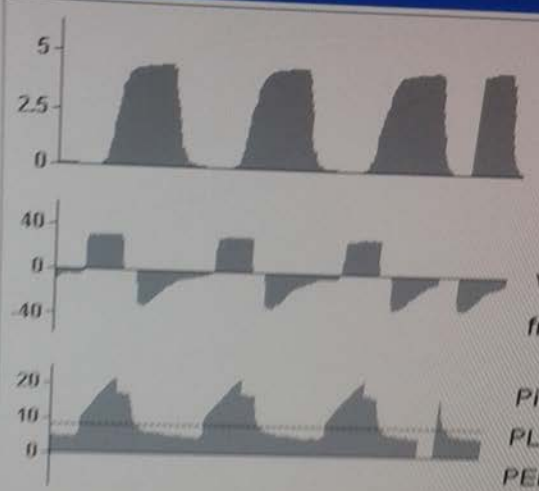
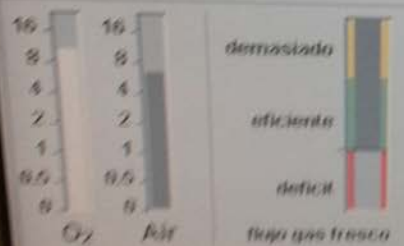
# Volumen

16 Nov. 2012

11:58

	insp.	esp.	
O <sub>2</sub>	69	62	%
N <sub>2</sub> O	0	0	%
Des.	0.0	1.1	%

CAM Edad 40 0.2



etCO <sub>2</sub>	4.6
inCO <sub>2</sub>	0.1
VM	7.9
V <sub>I</sub>	506
frec.	16
Pico	22
PLAT	17
PEEP	5

- Limites alarma
- Limites automa
- Todas alarmas
- Diario de sucesos
- Diseño pantalla
- bucles
- Config.
- Inicio crono

V<sub>I</sub> 506  
 kPa x 100  
 O<sub>2</sub> 4.9 0  
 Air 5.4 0  
 N<sub>2</sub>O 5.6 0

Iniciar Volúmetro: \* confirmar.

Gas fresco

IE = 1:1.5 Trigger = OFF

O <sub>2</sub> %	Flujo $\Phi$ L/min	P <sub>max</sub> hPa	V <sub>I</sub> ml	frec. 1/min	Temp seg	$\Delta$ P <sub>ps</sub> hPa	PEEP hPa	Más ajustes
70	18.0	40	520	16	1.5	OFF	5	