UBA
Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias
VETERINARIAS
Universidad de Buenos Aires

Anestesia inhalatoria

fundamentos, equipos y drogas empleadas



Dr. Martin Ceballos
Doctor de la Universidad de Buenos Aires
Especialista en Diagnóstico Ultrasonográfico en Pequeños Animales.
Especialista en Docencia Universitaria con orientación en Ciencias Veterinarias y Biólogicas
Docente de la Cátedra Anestesiología y Algiología
Integrante del Servicio de Anestesiología del Hospital Escuela de la FCV-UBA

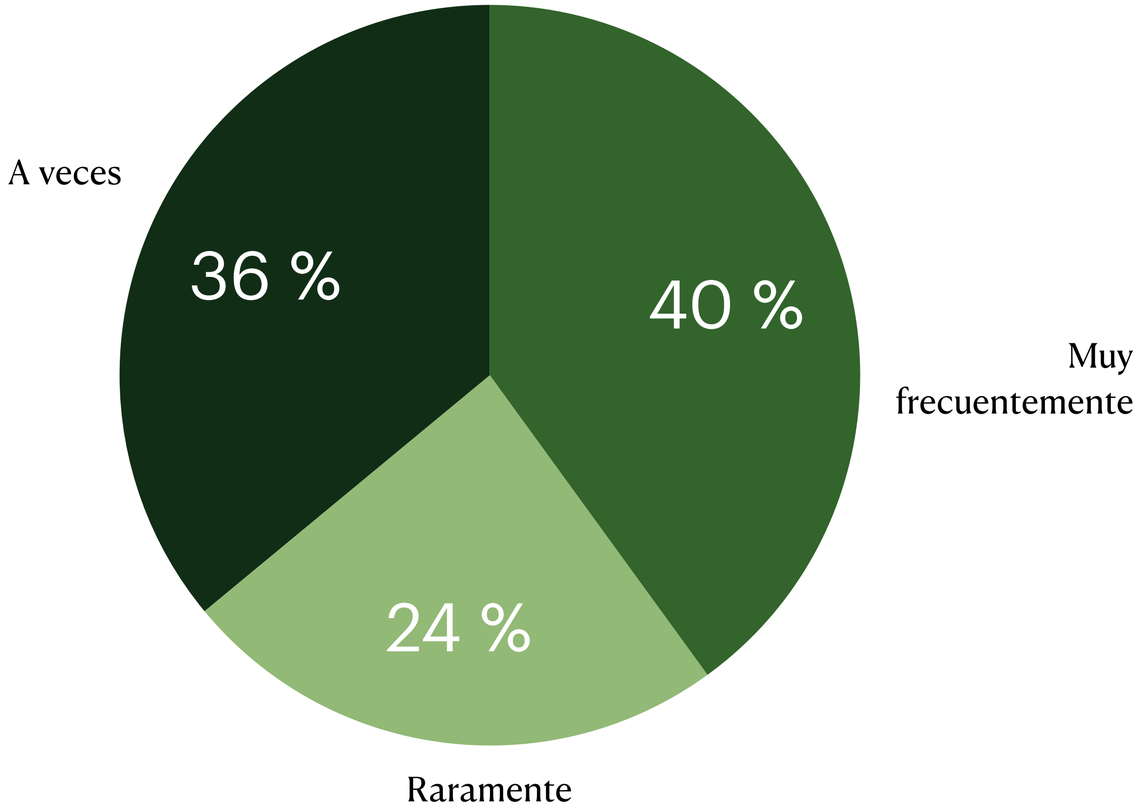


Poster 13

Attitudes of Spanish-speaking veterinary anaesthesiologists towards the use of Total Intravenous Anaesthesia (TIVA) in dogs: a survey study

Bustamante R, Ortiz-Díez G, Canfrán S, Gómez de Segura IA, Aguado D

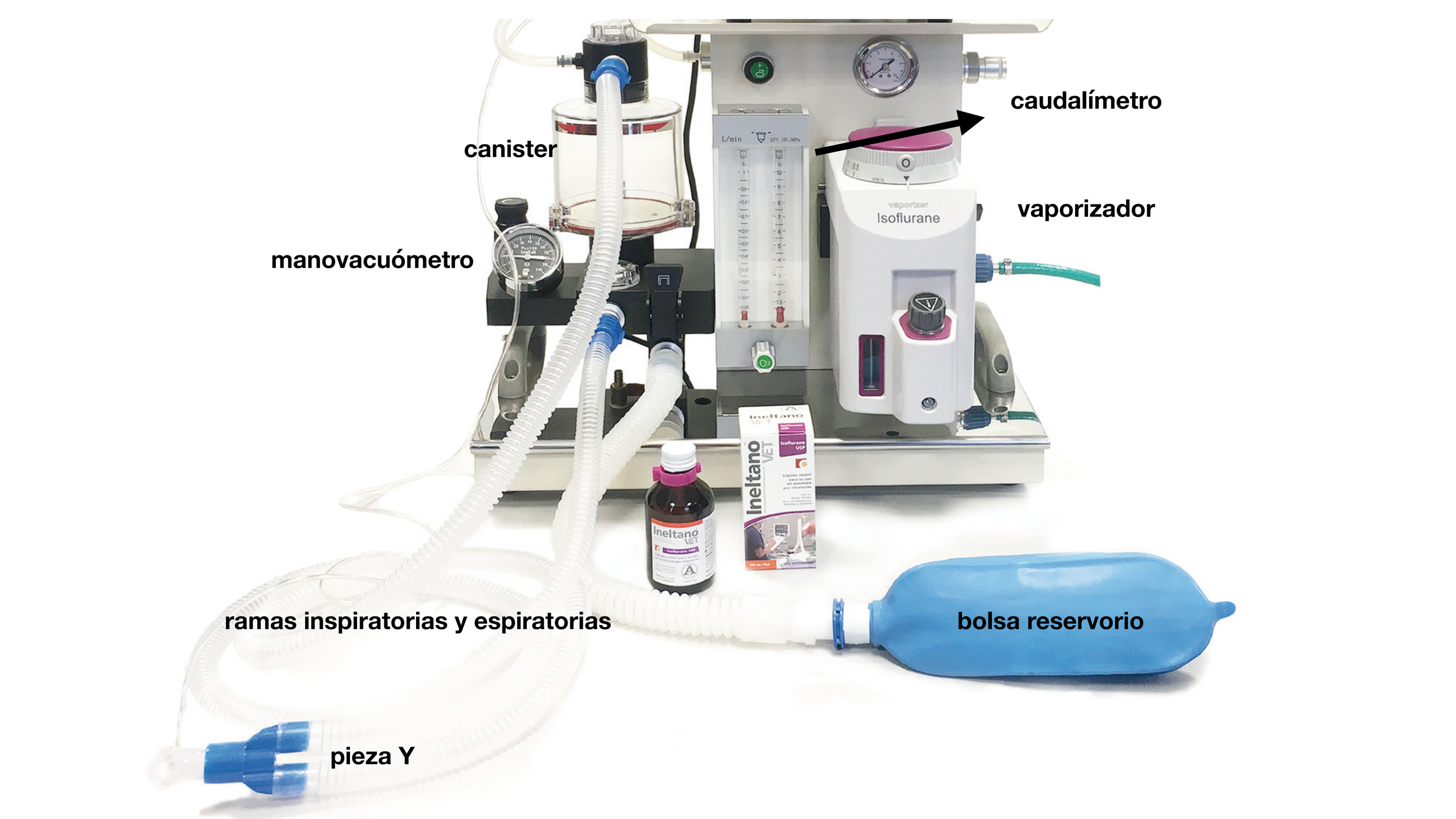
Department of Animal Medicine and Surgery, Veterinary Teaching Hospital, Veterinary Faculty, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain



A total of 300 responses were analysed and 92% of respondents had ever used TIVA (24% rarely, 36% sometimes, and 40% very frequently). Most of the respondents used propofol (98%). The main reasons for not using TIVA were a lack of user confidence (92%), unavailability of infusion pumps (32%), established anaesthetic protocol (32%), and technical difficulty (20%). Among the respondents using TIVA very often or always: a higher proportion of respondents considered TIVA easy to use (OR = 5.2; CI95:1.7-16.6; p = 0.004); also more respondents considered TIVA is neither more expensive (OR = 2.1; CI95:1.0-4.3; p = 0.034) nor more difficult to perform (OR = 2.5; CI95:1.3-4.9; p = 0.006) or to manage the equipment (OR = 3.3; CI95:1.4-7.8; p = 0.008) than inhalation anaesthesia. Considering a potential isoflurane shortage, respondents chose sevoflurane (59%) as the preferred alternative, followed by TIVA (47%).

Use of TIVA is widespread among Spanish-speaking veterinary anaesthesiologists and their attitudes towards it are moderately positive; however, it is not their first choice for isoflurane substitute.

Use of TIVA is widespread among Spanish-speaking veterinary anaesthesiologists and their attitudes towards it are moderately positive; however, it is not their first choice for isoflurane substitute.


caudalímetro
canister
vaporizador
manovacuómetro
ramas inspiratorias y espiratorias
bolsa reservorio
pieza Y
vaporizer
Isoflurane
Ineltano VET
Isoflurano USP

16 OCT "Ether day" Día Mundial de la Anestesia

Warren

Morton

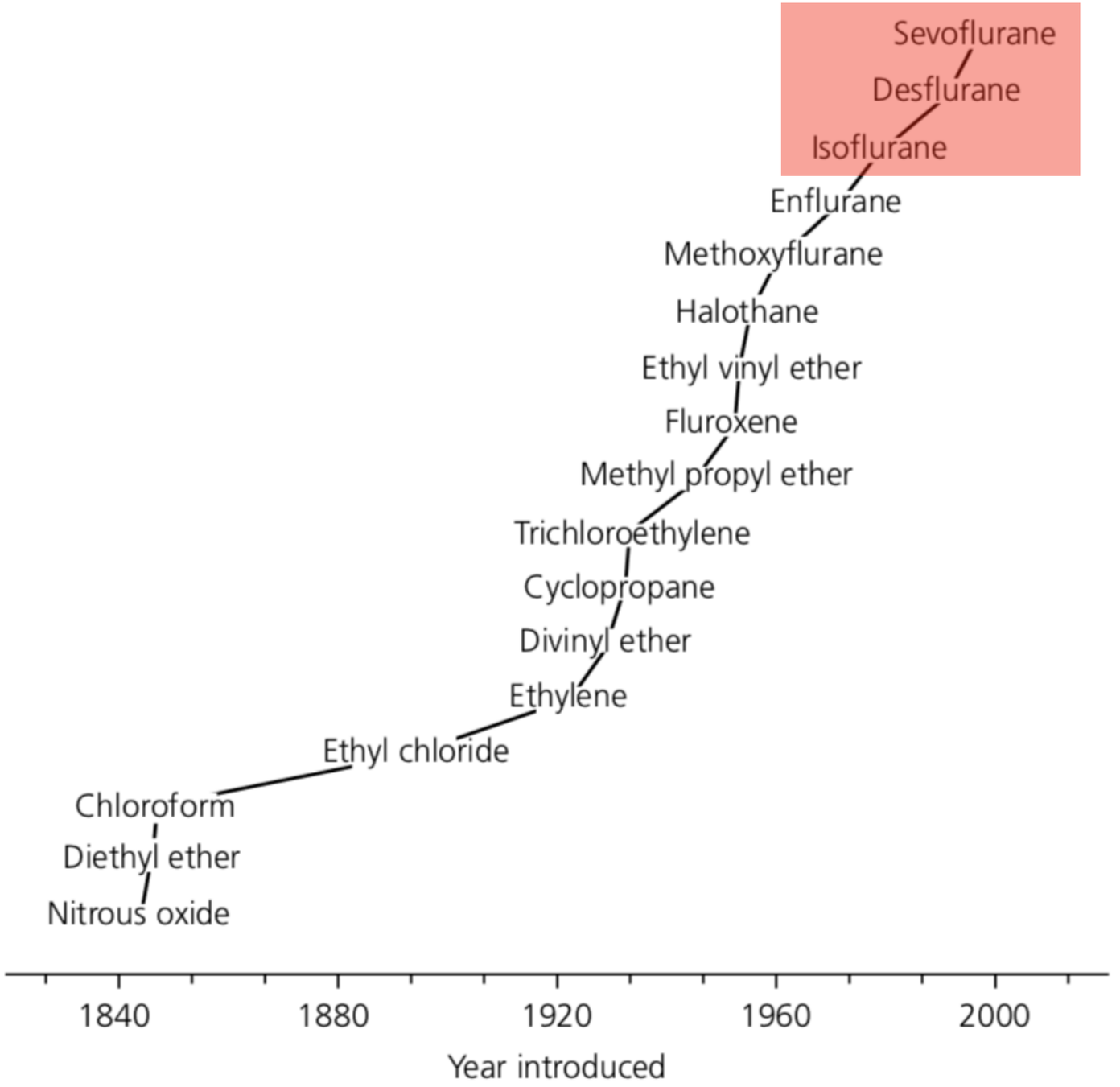
Abbott



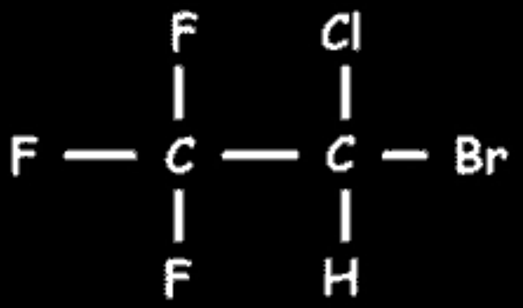
El 16 de octubre de 1846, William T.G. Morton (1819-1868; dentista) realizó la primera demostración pública de cirugía en el Hospital General de Massachusetts, Boston. Morton administró éter sulfúrico a Edward Gilbert Abbott para una operación realizada por el cirujano John Collins Warren (1778-1856).

- Conocer los diferentes agentes inhalatorios.
- Familiarizarse con el funcionamiento de la máquina de anestesia.
- Interpretar la cinética de los agentes inhalatorios para comprender su efecto en al animal anestesiado

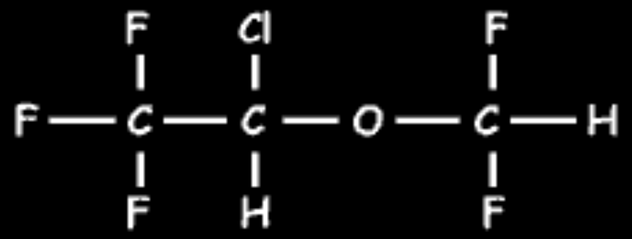
¿Qué agentes utilizamos?


Sevoflurane
Desflurane
Isoflurane
Enflurane
Methoxyflurane
Halothane
Ethyl vinyl ether
Fluroxene
Methyl propyl ether
Trichloroethylene
Cyclopropane
Divinyl ether
Ethylene
Ethyl chloride
Chloroform
Diethyl ether
Nitrous oxide
1840
1880
1920
1960
2000
Year introduced

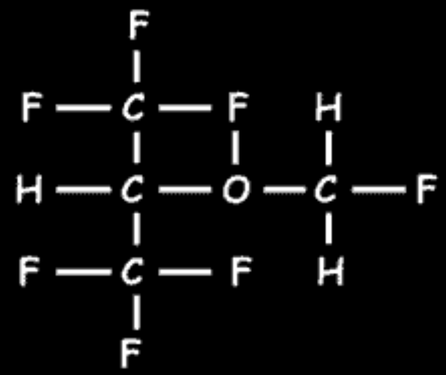
Átomos de Fluor: (1) mayor resistencia al metabolismo y degradación, (2) menor potencia (aumento de CAM)



Halotano
1956

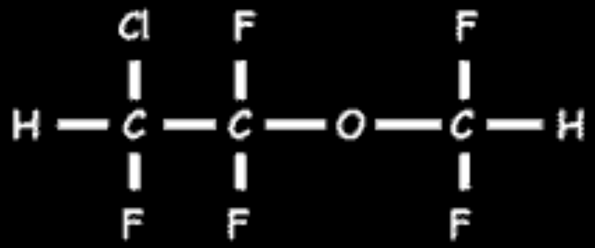


Isoflurano
1981

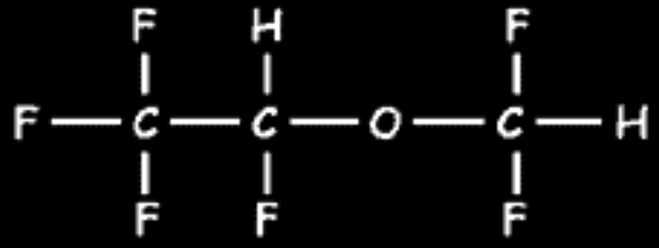


Sevoflurano
1996

1963
Enflurano



1992
Desflurano



Propiedades físicas

Presión de vapor

Al proporcionarse como un gas, su administración se basa en la presión de vapor de cada agente.

Requieren equipamiento

La concentración que alcanzan es letal y se requieren concentraciones anestésicas mucho menores.



Vaporizador

Para una dosificación precisa y constante.

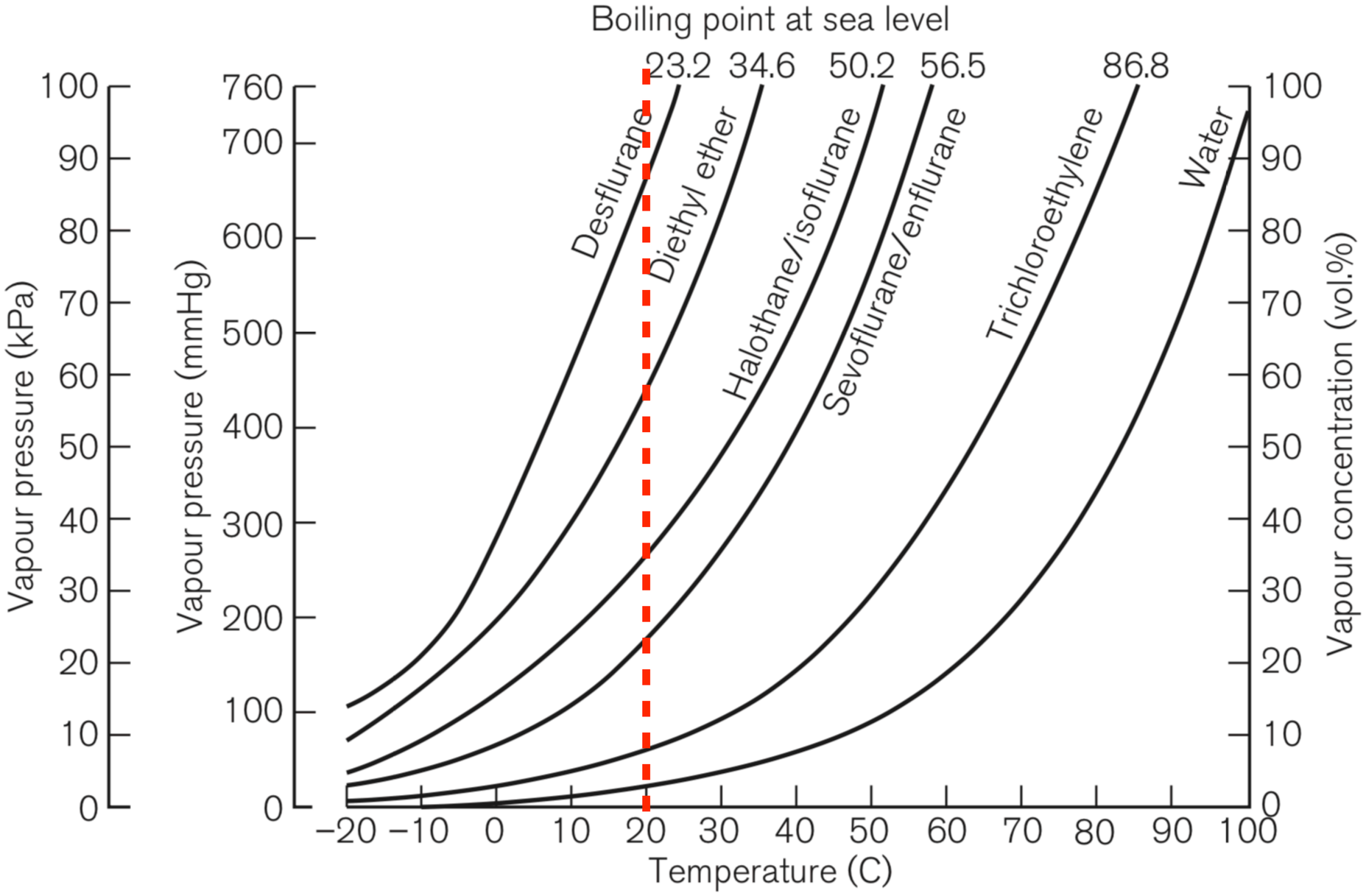

Boiling point at sea level
23.2
34.6
50.2
56.5
86.8
Desflurane
Diethyl ether
Halothane/isoflurane
Sevoflurane/enflurane
Trichloroethylene
Water
Vapour pressure (kPa)
Vapour pressure (mmHg)
Vapour concentration (vol.%)
Temperature (C)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
760
700
600
500
400
300
200
100
0
−20 −10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Table 16.1 Some physical and chemical properties of inhalation anesthetics in current clinical use for animals.

Property	Desflurane	Enflurane	Halothane	Isoflurane	Methoxyflurane[a]	N_2O	Sevoflurane
Molecular weight (g)	168	185	197	185	165	44	200
Liquid specific gravity (20°C)(g/mL)	1.47	1.52	1.86	1.49	1.42	1.42	1.52
Boiling point (°C)	23.5	57	50	49	105	-89	59
Vapor pressure (mmHg)							
20°C	700(413)	172	243	240	23	–	160
24°C	804	207	288	286	28	–	183
mL vapor/mL liquid at 20°C	209.7	197.5	227	194.7	206.9	–	182.7
Preservative	None	None	Yes	None	Not available	None	Yes
Stability in:							
Soda lime	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No
UV light	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	??

[a]Methoxyflurane is no longer available.
UV = ultraviolet.

200 mL vapor/mL líquido

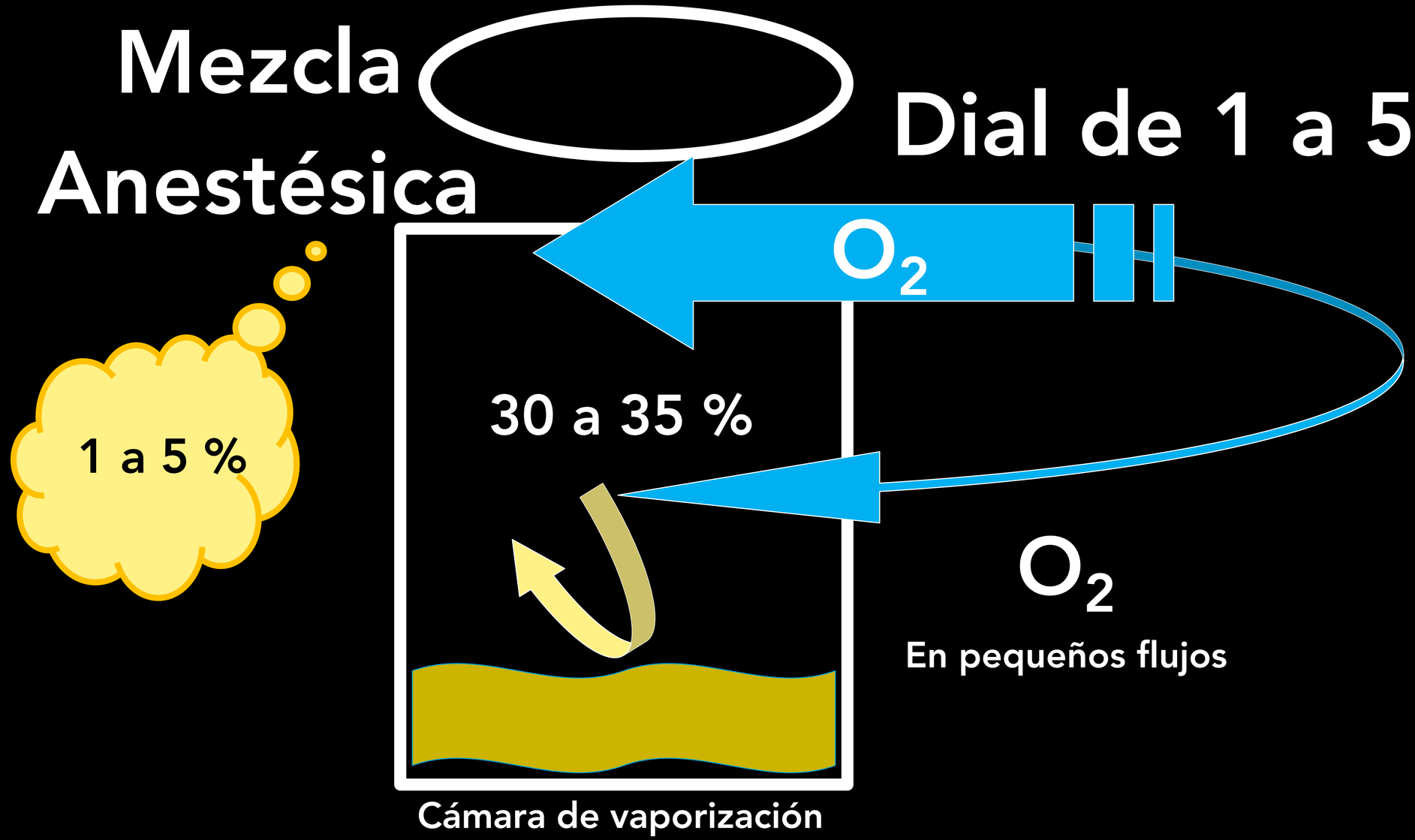
¿Cómo se administra ese agente?

Vapor



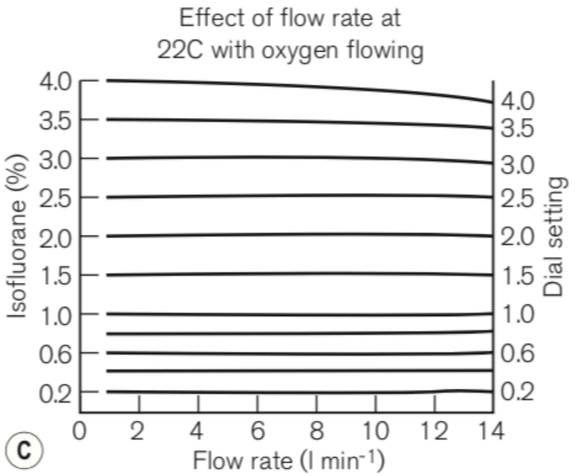
Líquido

Vaporizador de Anestesia









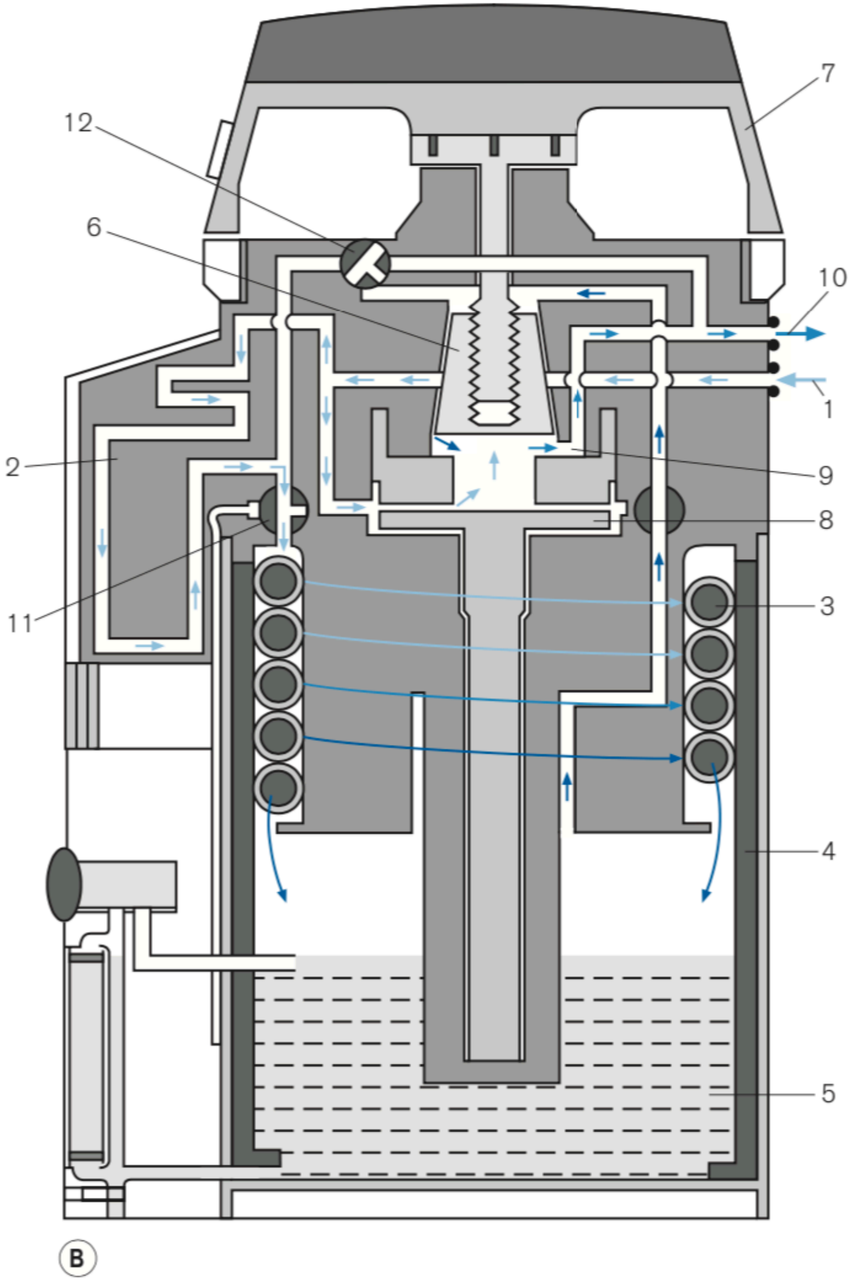


Figure 3.15 **A.** Dräger Vapor 2000 vaporizer. **B.** Working principles: (1) gas input, (2) damping the chamber, (3) tubular wick, (4) wick extension, (5) reservoir chamber, (6) concentration control valve, (7) calibration dial, (8) temperature compensation device, (9) mixing a chamber, (10) output, (11) bypass tap, (12) bypass tap. **C.** Performance characteristics.

A


L/min
20°C 101.3KPa
VOL%
vaporizer
Isoflurane
O2+
O2

B


Use sólo
Isoflurano
Isoflurano
Isoflurano
Isoflurano
Isoflurano

C

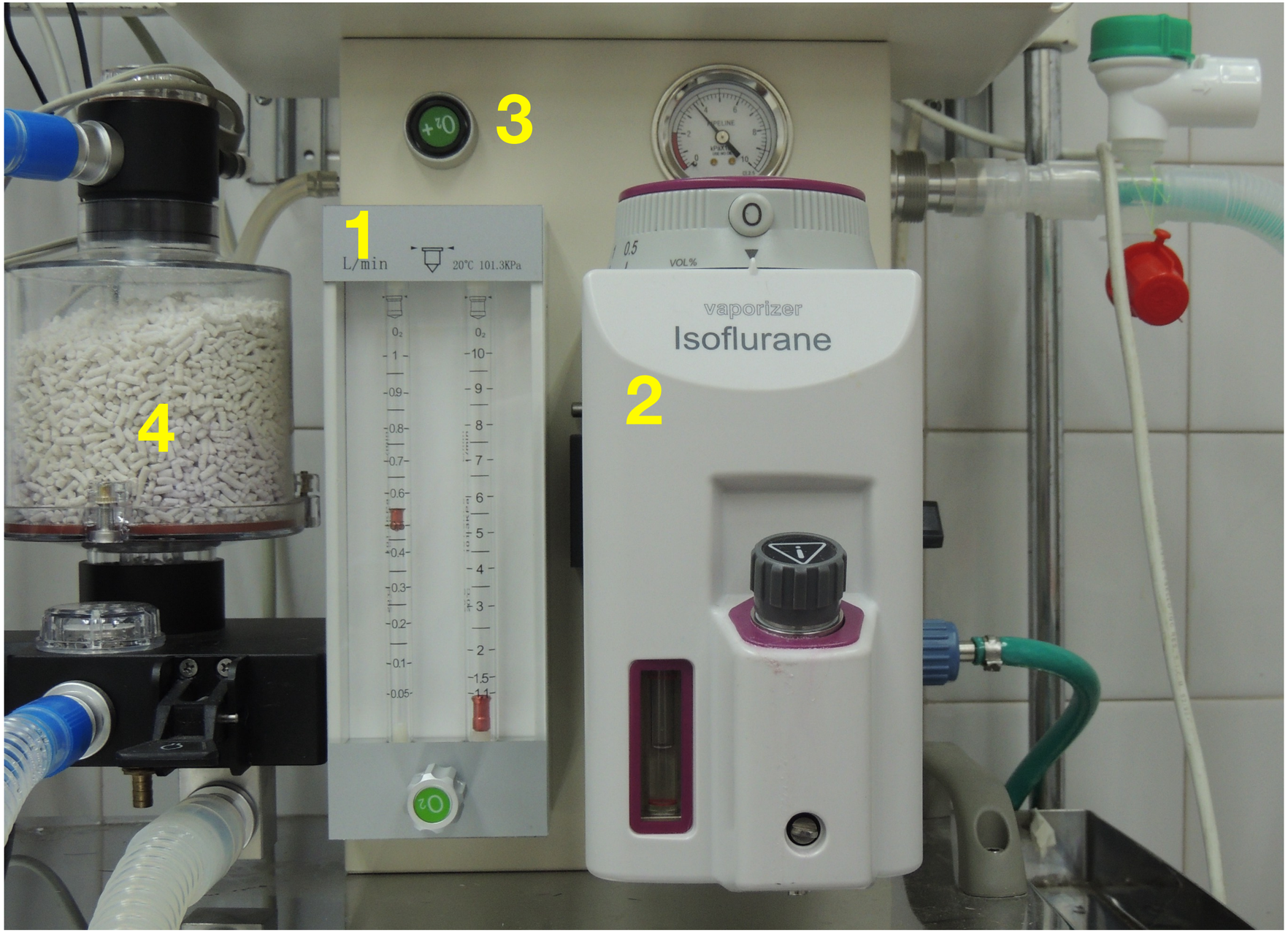

Forane
SERVICE DE VAPORIZADOR
ÚLTIMA CALIBRACIÓN:
JUN. 201
PRÓXIMA CALIBRACIÓN:
JUN. 201
DRIPLAN
EQUIPOS MEDICOS
www.driplan.com

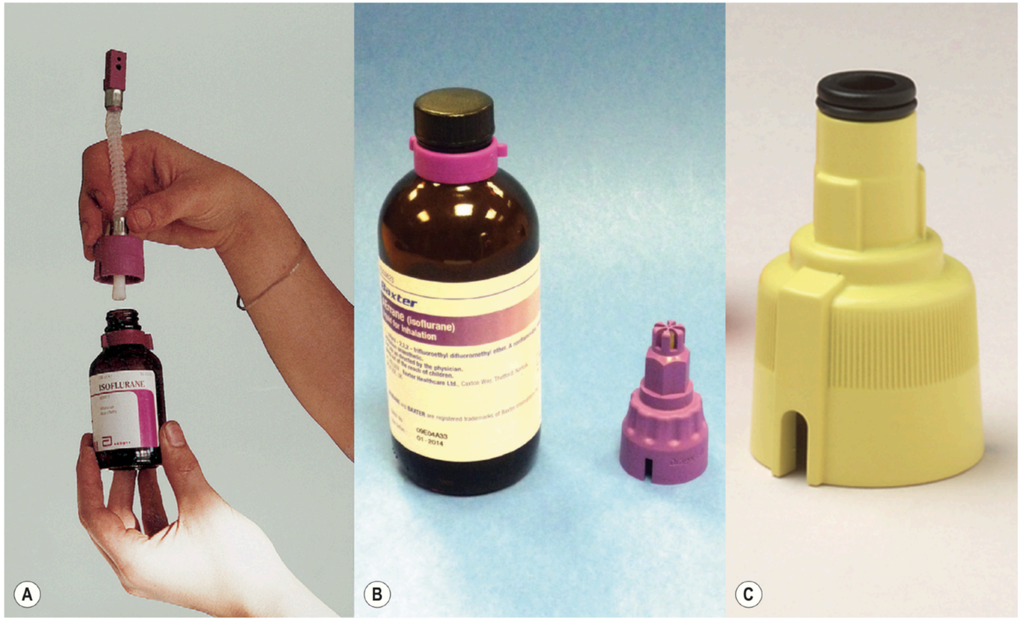
D


Richmond vet Pharma
0,5
VOL%

E


Carga
Nivel


1
L/min
20℃ 101.3KPa
2
vaporizer
Isoflurane
VOL%
3
4


ISOFLURANE
Baxter
(isoflurane)
A
B
C

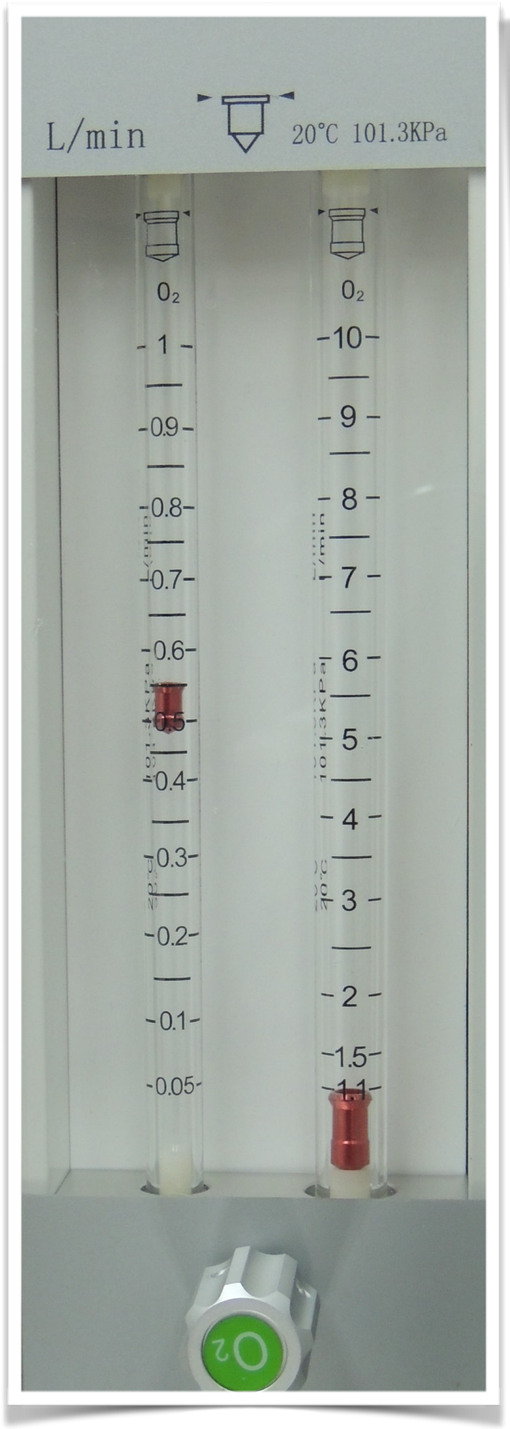

Vol %
Push On
Sevoflurane
ABBOTT


Vol. ▲%
Dräger
Isoflurane
Vapor 3000
Vol. ▲%
Dräger
Sevoflurane
Vapor 3000

Factores que afectan a la performance del VAPORIZADOR:

- **Temperatura** (a menos que el vaporizador incluya algún dispositivo compensador que minimice el efecto de la temperatura, como un disipador de calor y/o compensador de temperatura).
- **Flujo:**Todos los vaporizadores se ven afectados hasta cierto punto por el flujo (los datos de rendimiento generalmente están disponibles del fabricante).
- **Presión barométrica** (efecto clínico mínimo en la práctica).
- **Niveles de líquido** dentro del vaporizador (evitar sobrellenado).
- **Movimiento e inclinación** de vaporizadores.
- Composición del **gas portador** (Xenon & N_2O).
- **Estabilizadores** en el agente inhalatorio (por ejemplo, timol).

¿Necesito “algo extra” además del vaporizador para hacer una anestesia inhalatoria?





FGF

Flujo de Gases Frescos

mL / min

L / min

Sistema de envio de gases

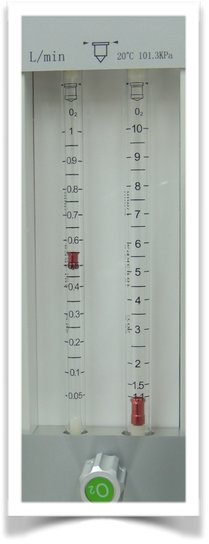
Fuente de Gases O_2 y aire





Válvula reductora de presión

Flujímetro



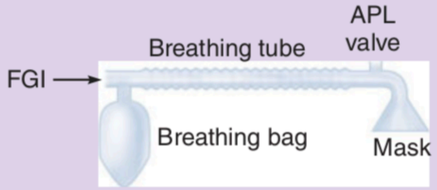
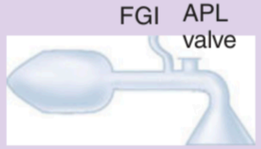
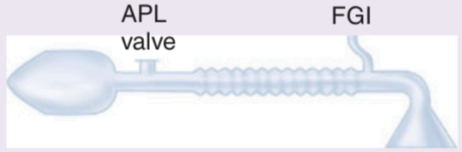
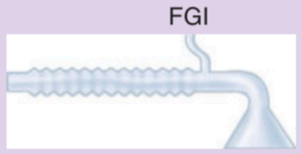
Circuitos Respiratorios

Función

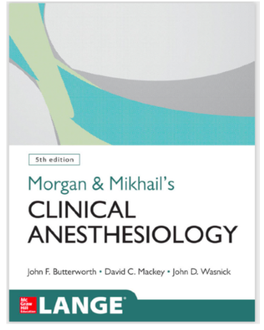
- Proporcionar el gas fresco procedente de la máquina anestésica de forma segura y eficiente

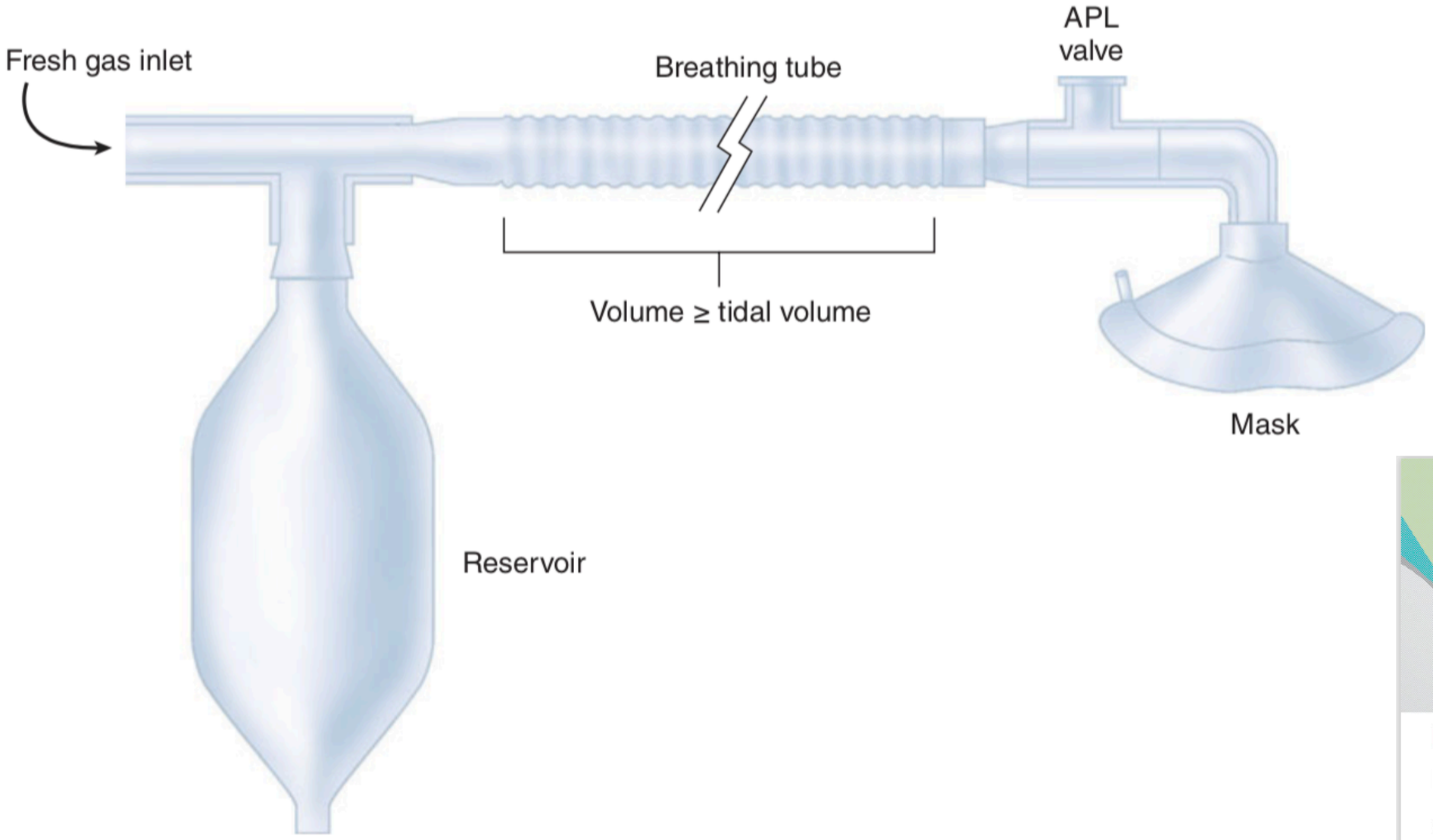
- Conectar el paciente con la máquina anestésica optimizando el consumo de agentes anestésicos inhalatorios ajustando el flujo de gas fresco

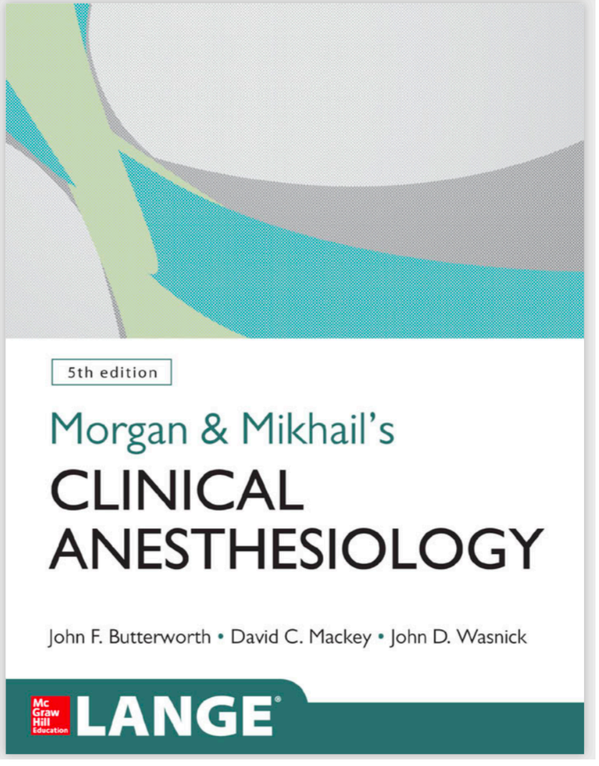
- Garantizar el aporte de oxígeno, gas anestésico y la eliminación de CO_2

Mapleson Class	Other Names	Configuration[1]	Required Fresh Gas Flows		Comments
			Spontaneous	Controlled	
A	Magill attachment		Equal to minute ventilation (≈80 mL/kg/min)	Very high and difficult to predict	Poor choice during cotrolled ventilaton. Enclosed Magill system is a modification that improves efficiency. Coaxial Mapleson A (Lack breathing system) provides waste gas scavenging.
B			2 × minute ventilation	2–2½ × minute ventilation	
C	Waters' to-and-fro		2 × minute ventilation	2–2½ × minute ventilation	
D	Bain circuit		2–3 × minute ventilation	1–2 × minute ventilation	Bain coaxial modification: fresh gas tube inside breathing tube (see Figure 3–7).
E	Ayre's T-piece		2–3 × minute ventilation	3 × minute ventilation (I:E-1:2)	Exhalation tubing should provide a larger volume than tidal volume to prevent rebreathing. Scavenging is difficult.
F	Jackson-Rees' modification		2–3 × minute ventilation	2 × minute ventilation	A Mapleson E with a breathing bag connected to the end of the breathing tube to allow controlled ventilation and scavenging.

[1]FGI, fresh gas inlet; APL, adjustable pressure-limiting (valve).

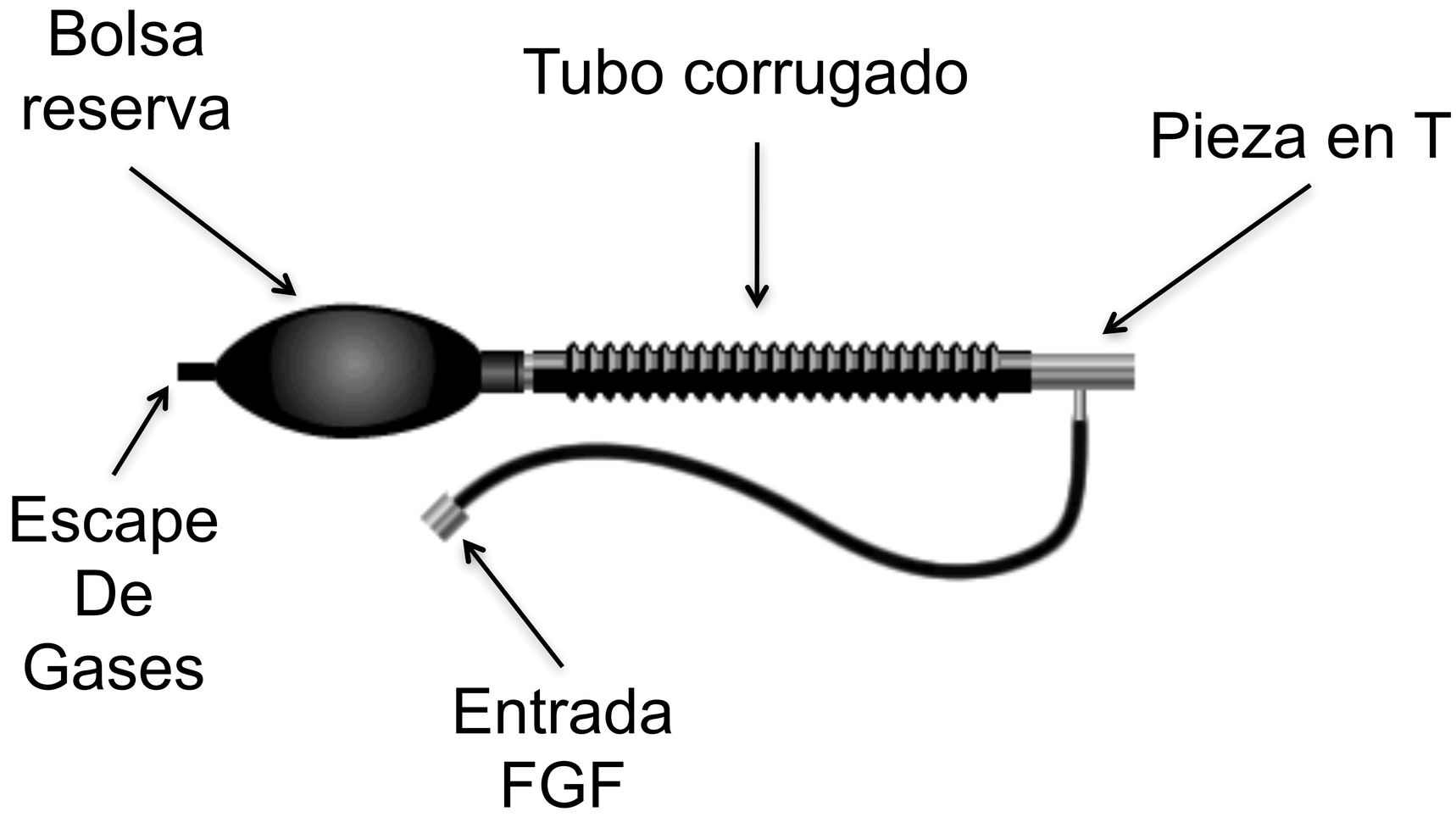


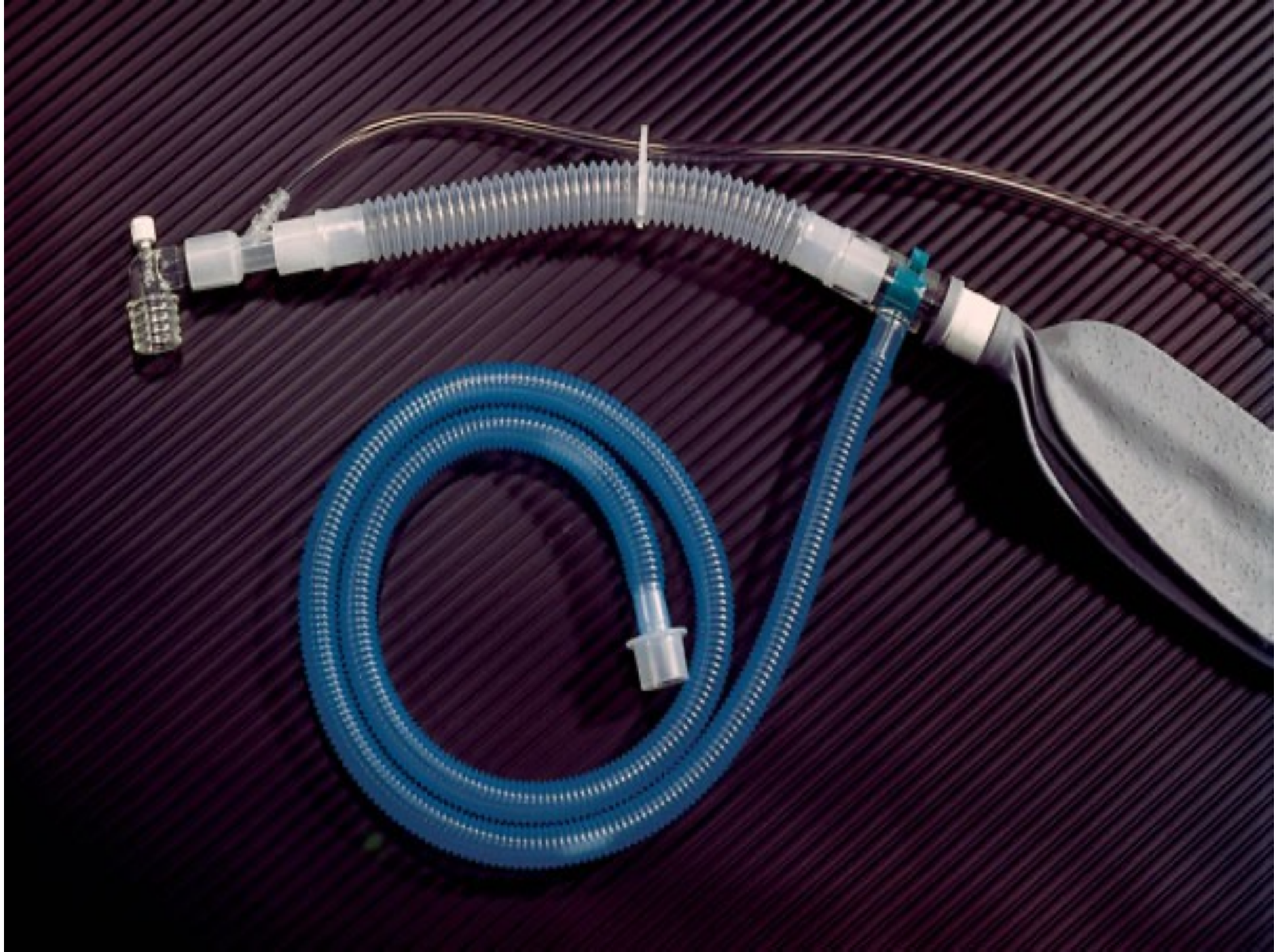

Fresh gas inlet
Breathing tube
APL valve
Volume ≥ tidal volume
Mask
Reservoir


5th edition
Morgan & Mikhail's
CLINICAL ANESTHESIOLOGY
John F. Butterworth • David C. Mackey • John D. Wasnick
LANGE

Circuito Jackson-Rees

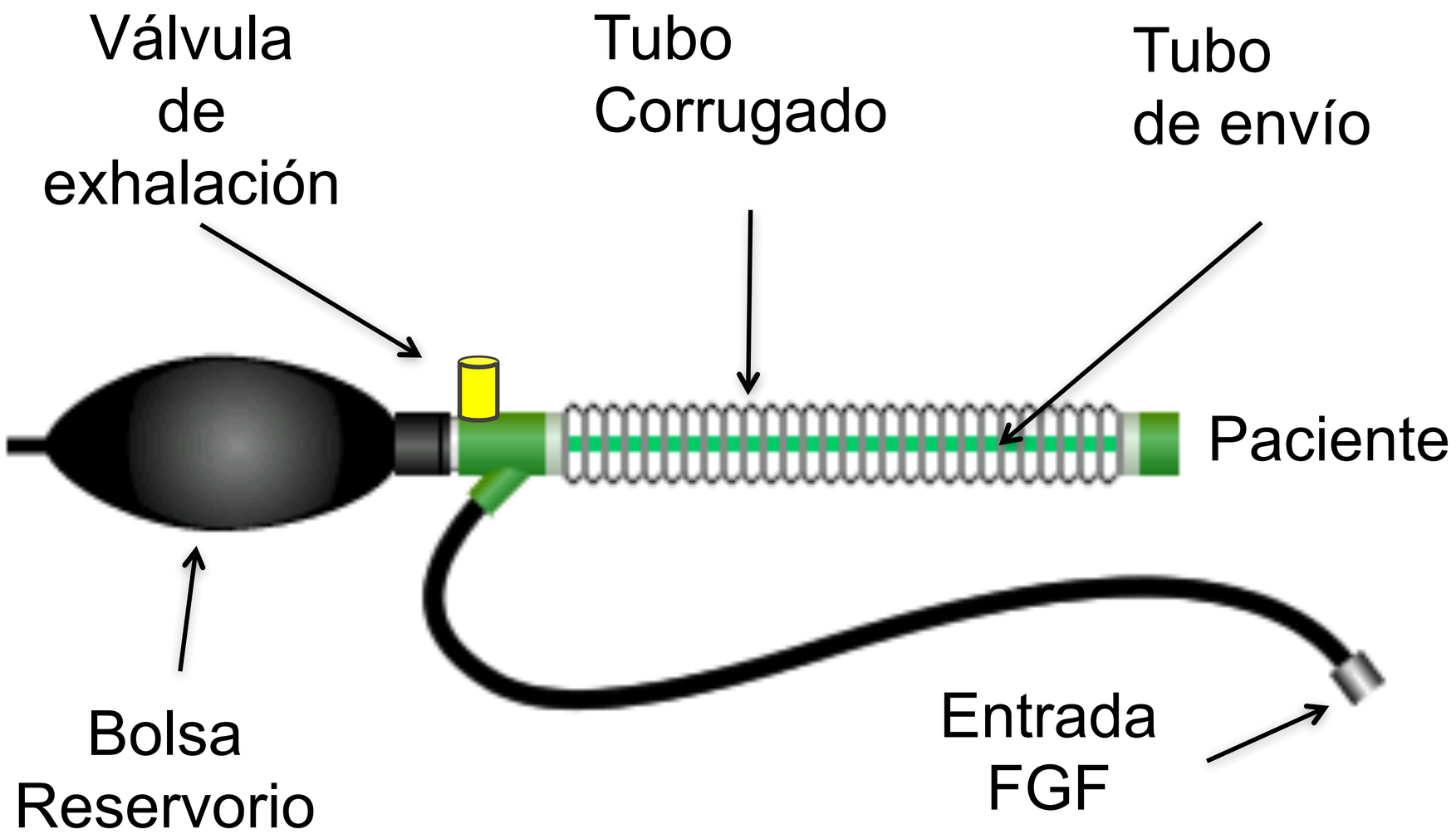
200 -400 ml/kg/min

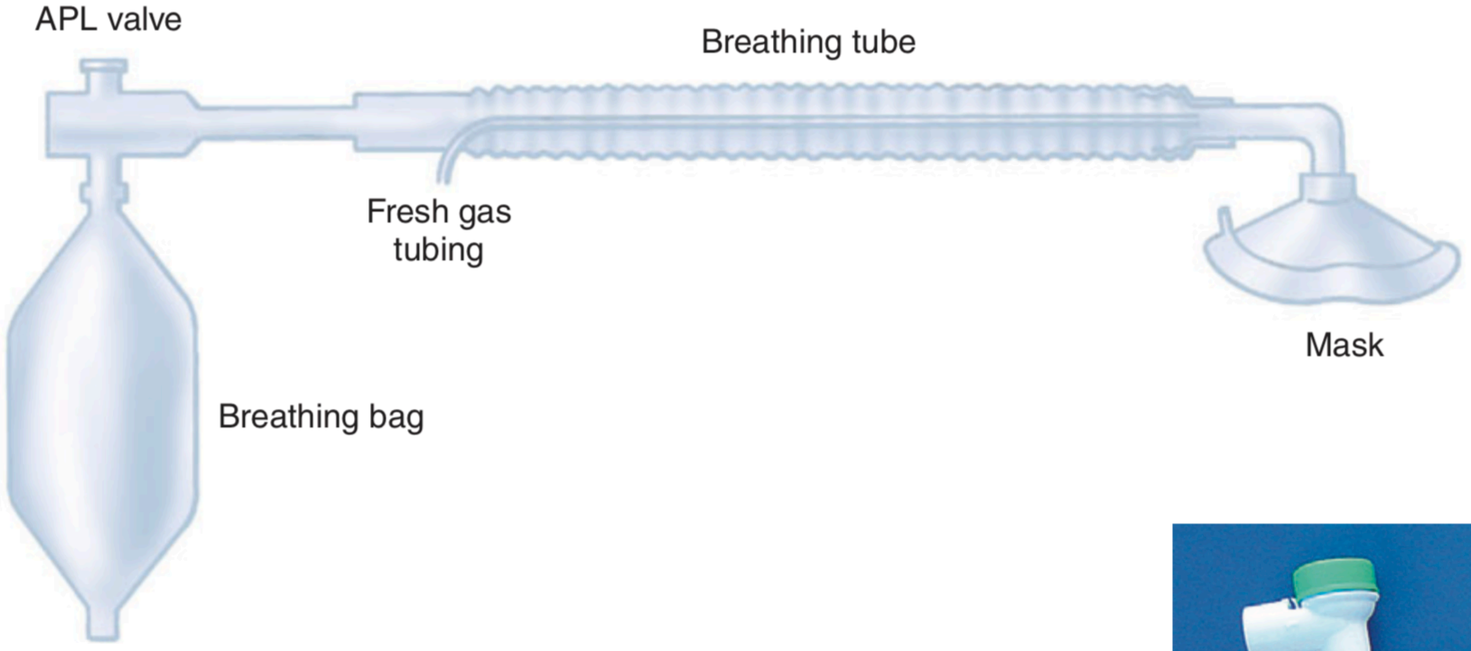


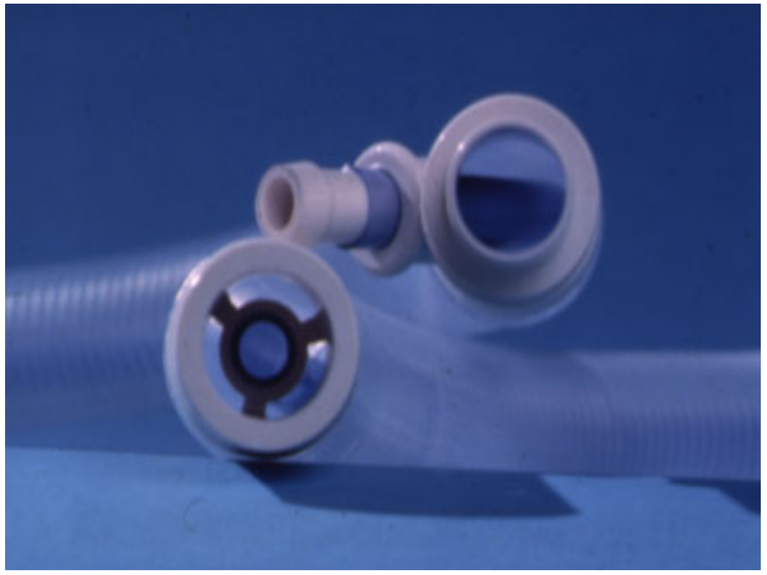


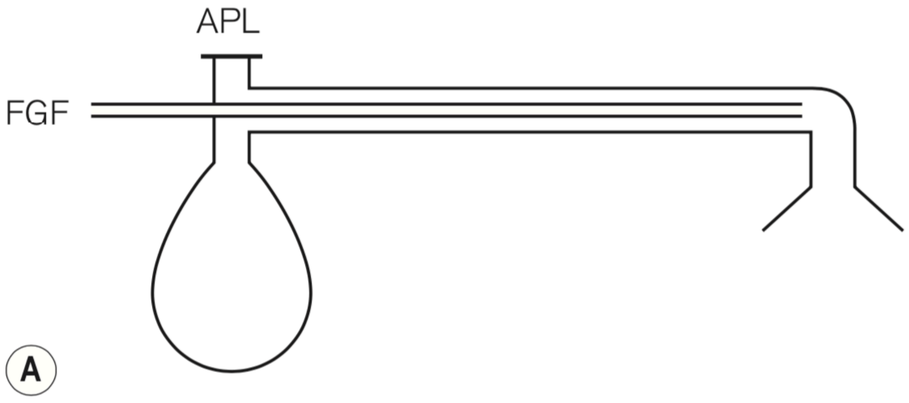
Sistema Bain

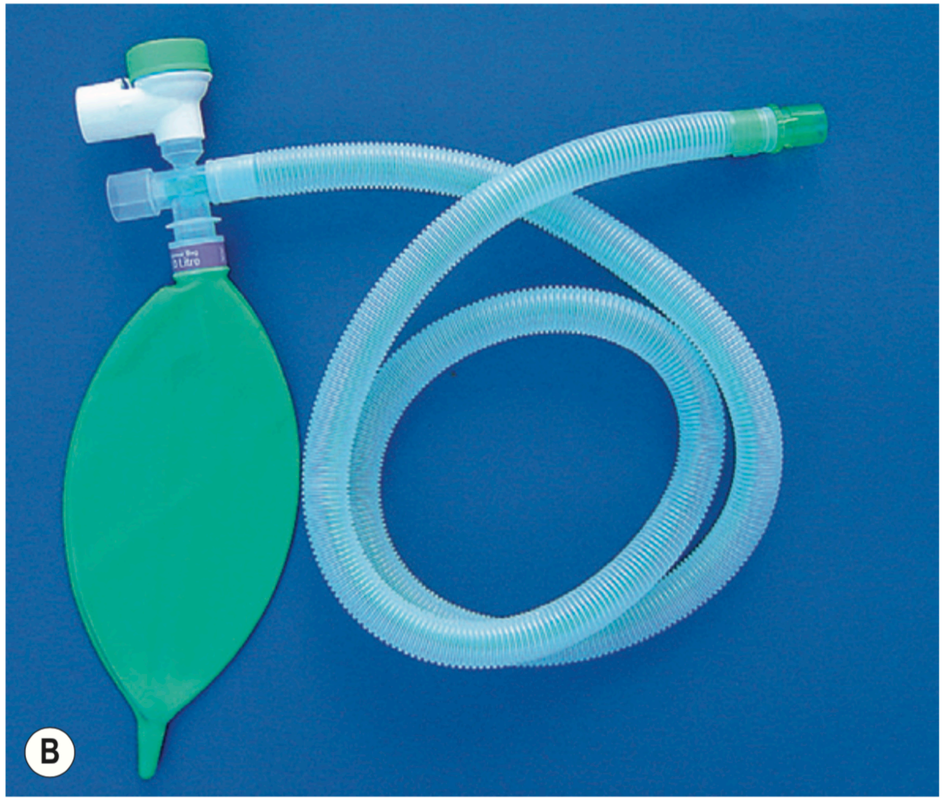
150 -200 ml/kg/min

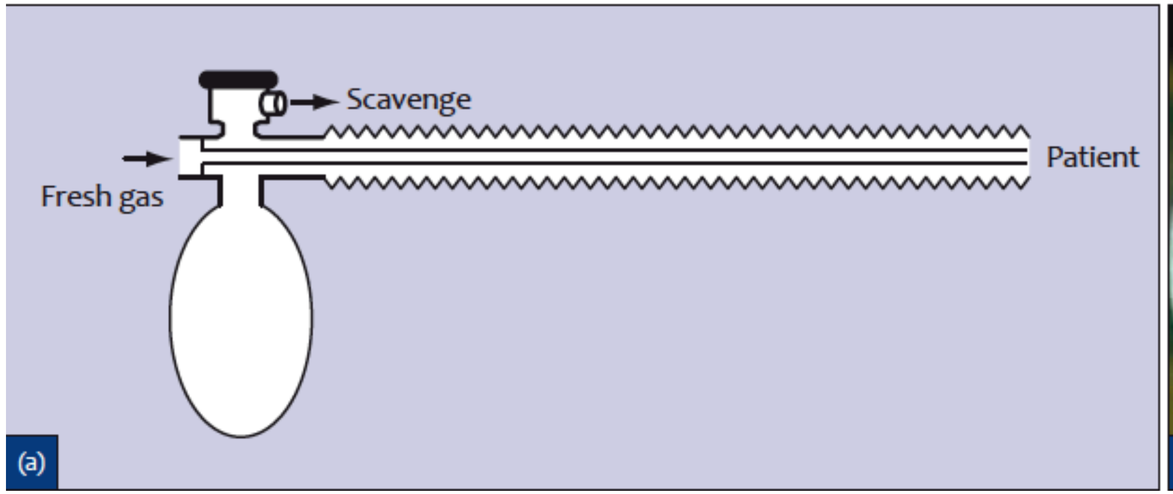



APL valve
Breathing tube
Fresh gas tubing
Mask
Breathing bag

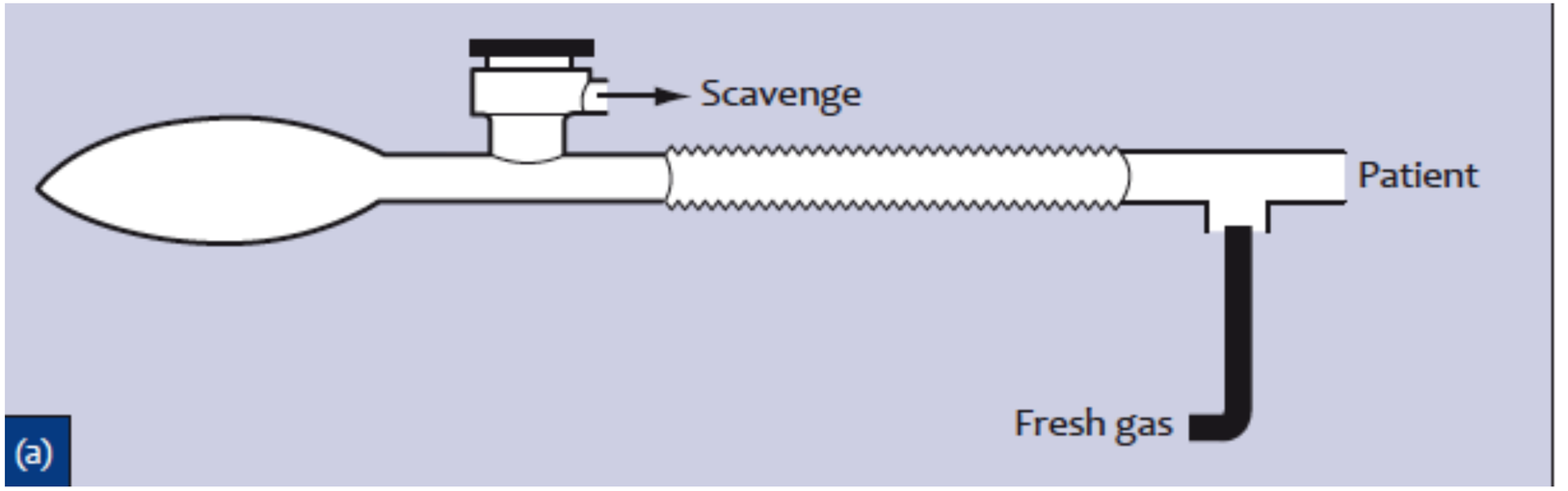


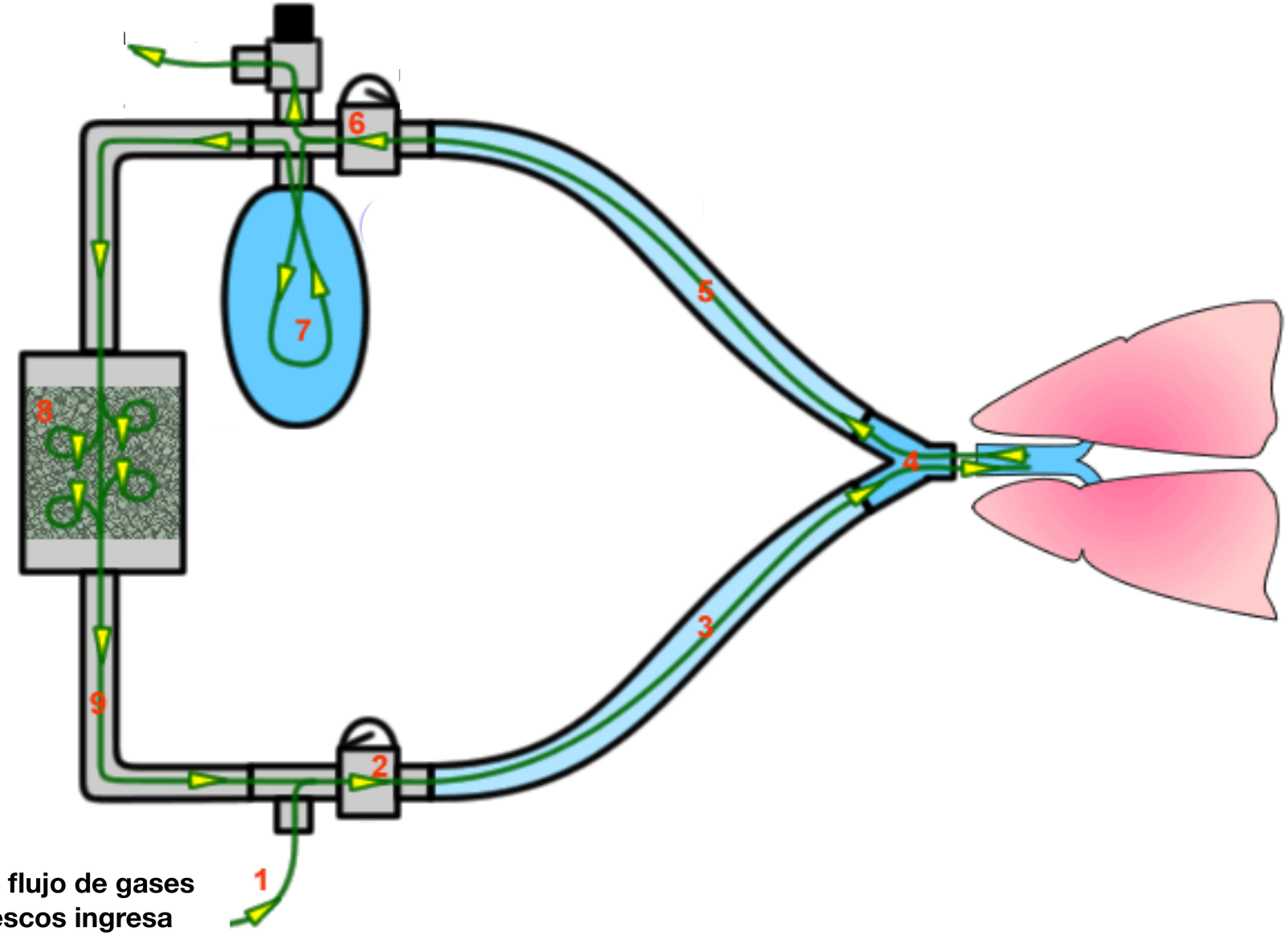

APL
FGF
A


B


Scavenge
Fresh gas
Patient
(a)


(b)


Scavenge
Patient
Fresh gas
(a)



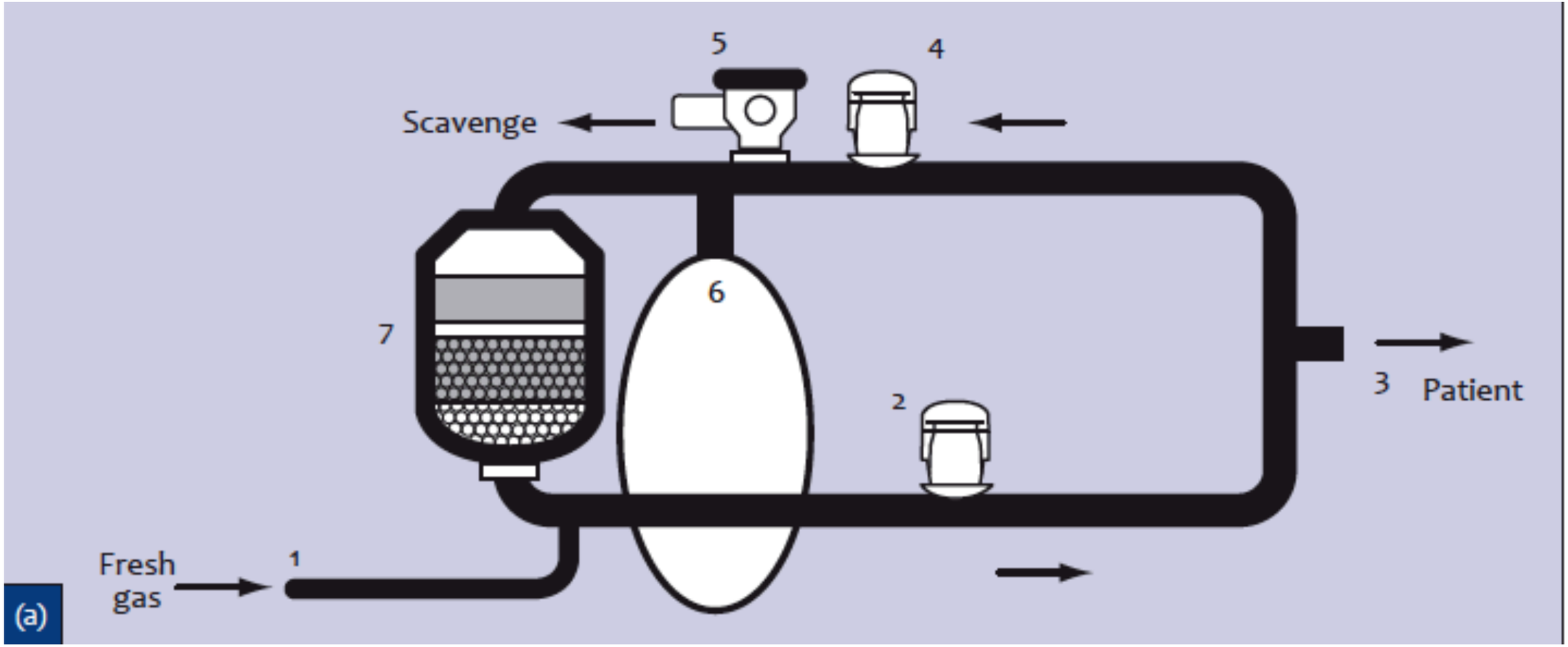
1. el flujo de gases frescos ingresa al circuito circular

Circuito circular

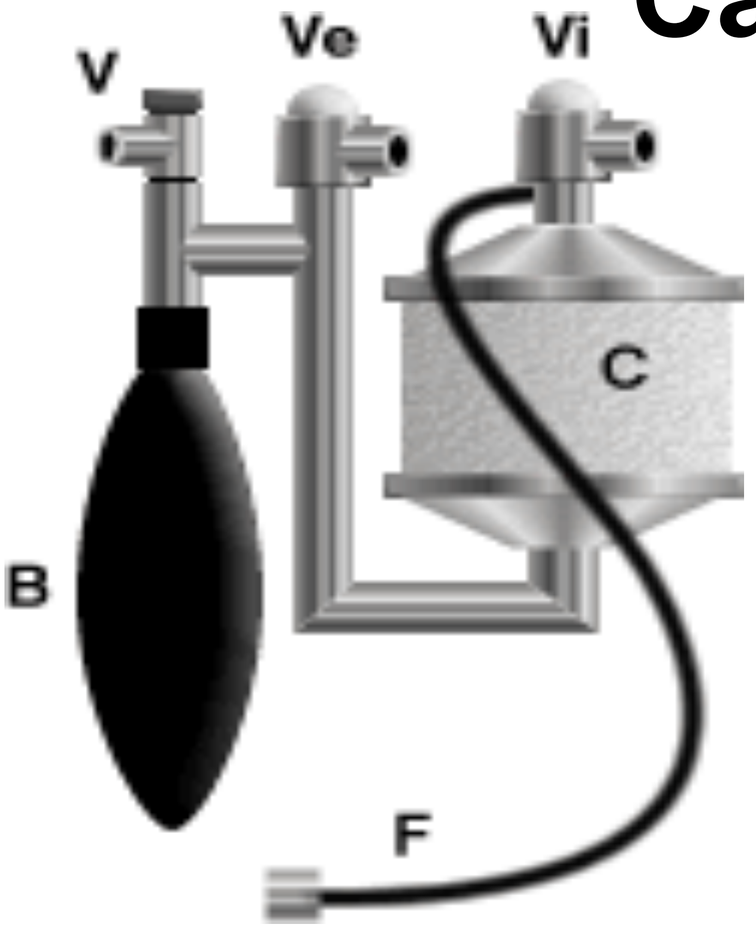
Circuito Circular

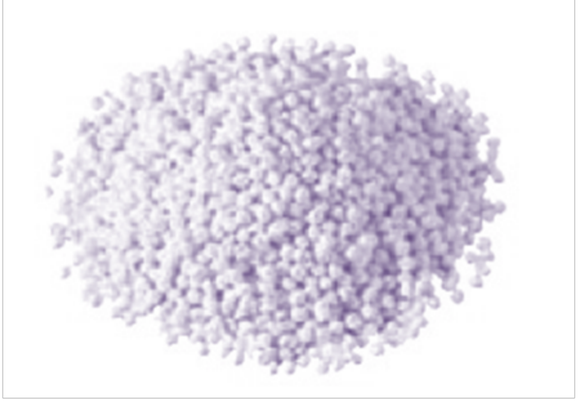
10 – 40 ml/kg/min

4 – 6 ml/kg/ min



Canister

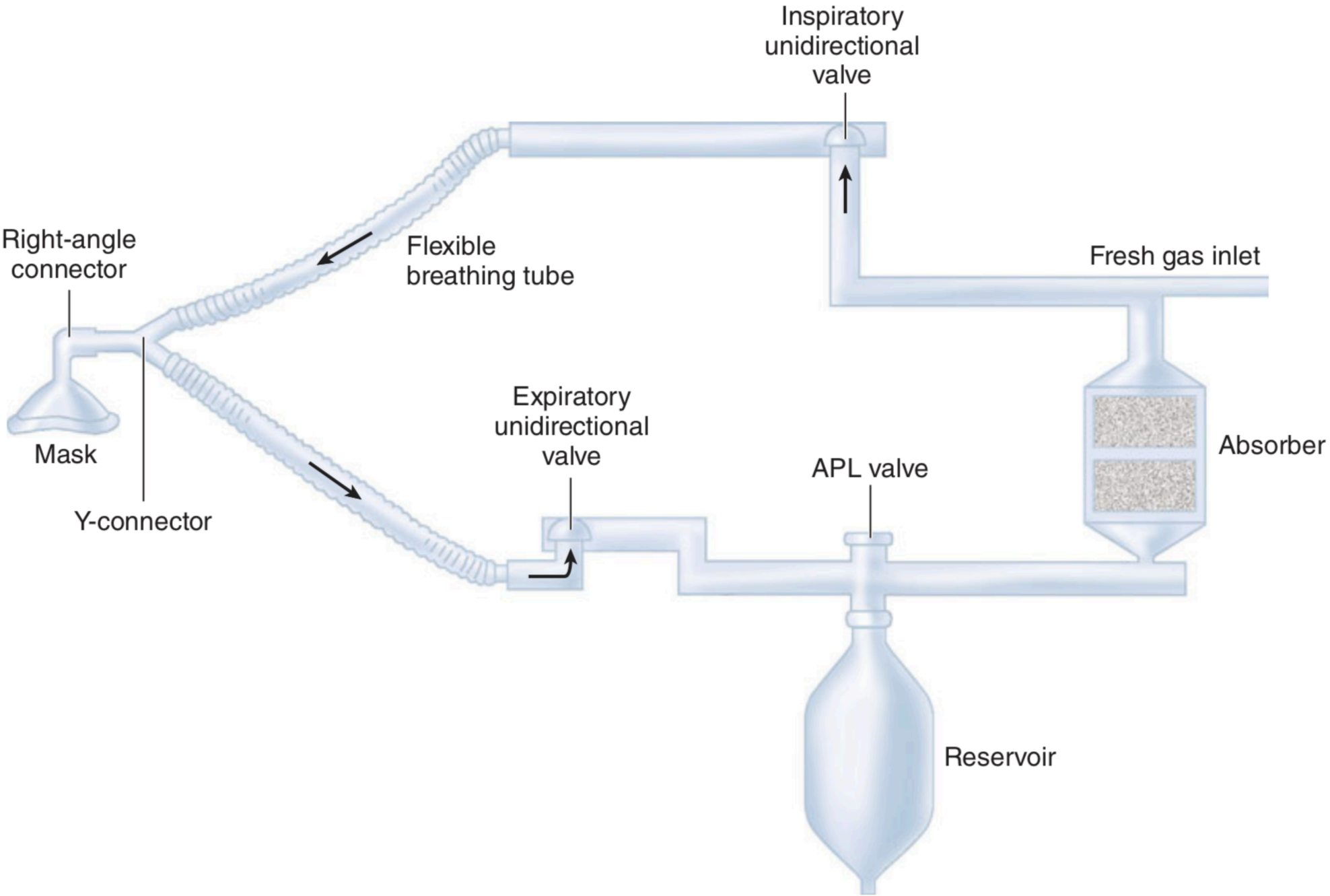


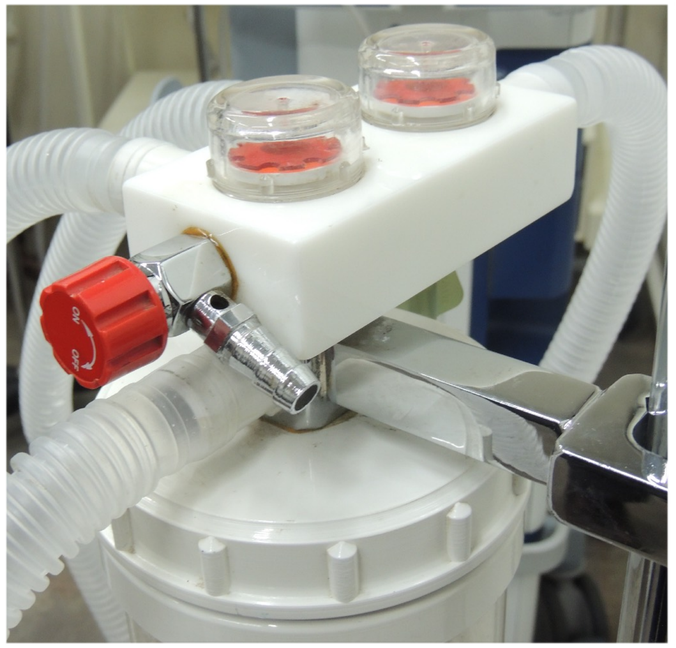


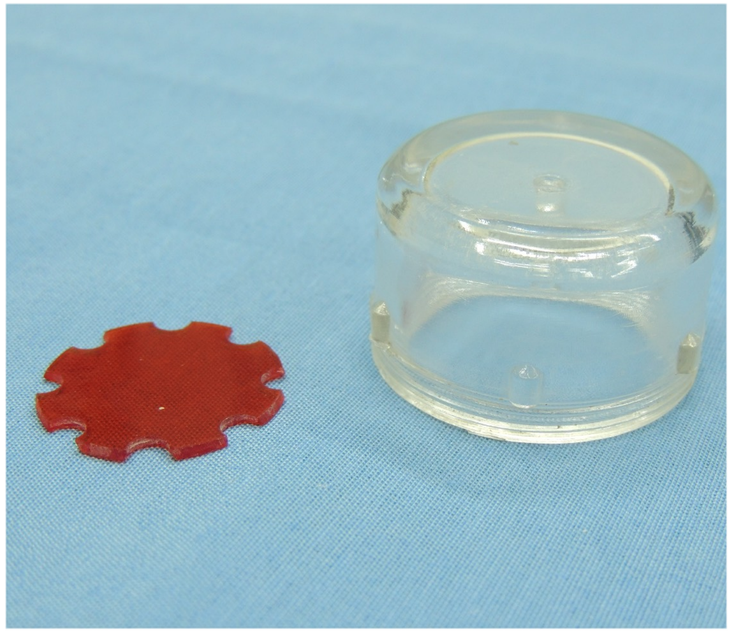
Cal Sodada



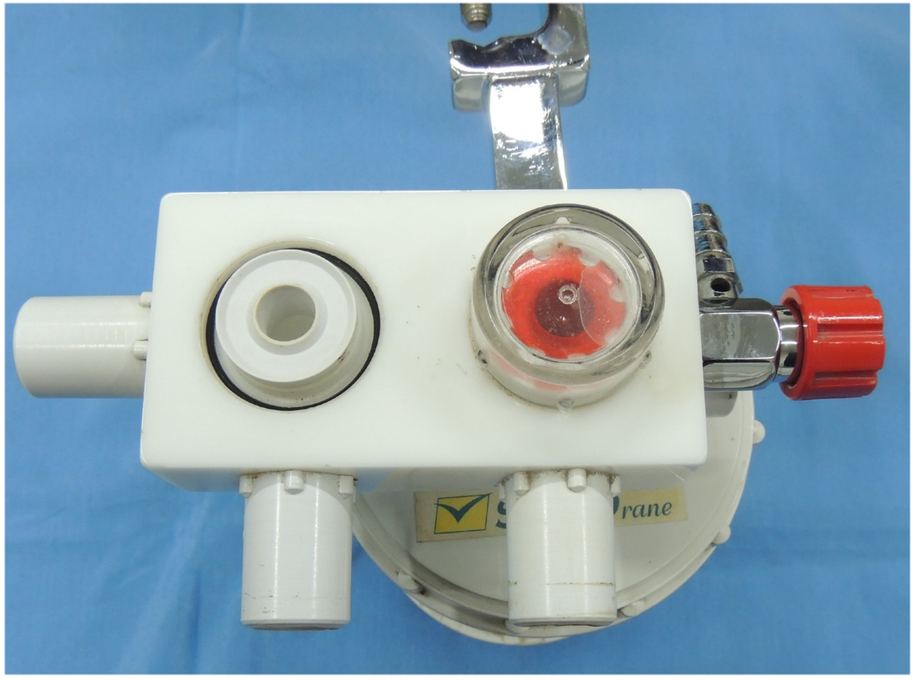
El tamaño debera ser igual o el doble del volumen corriente (VT) del paciente

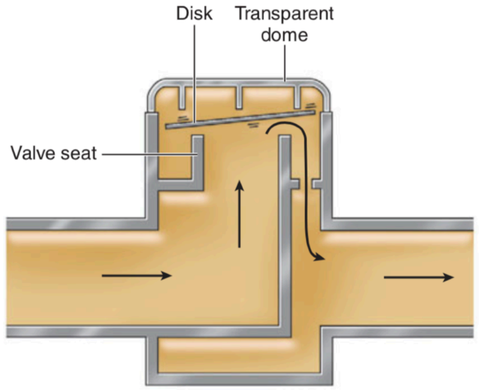

Inspiratory unidirectional valve
Right-angle connector
Flexible breathing tube
Fresh gas inlet
Expiratory unidirectional valve
Absorber
Mask
APL valve
Y-connector
Reservoir










Disk
Transparent dome
Valve seat







4 Conexión MAQUINA O CIRCUITO ANESTÉSICO: espacio muerto

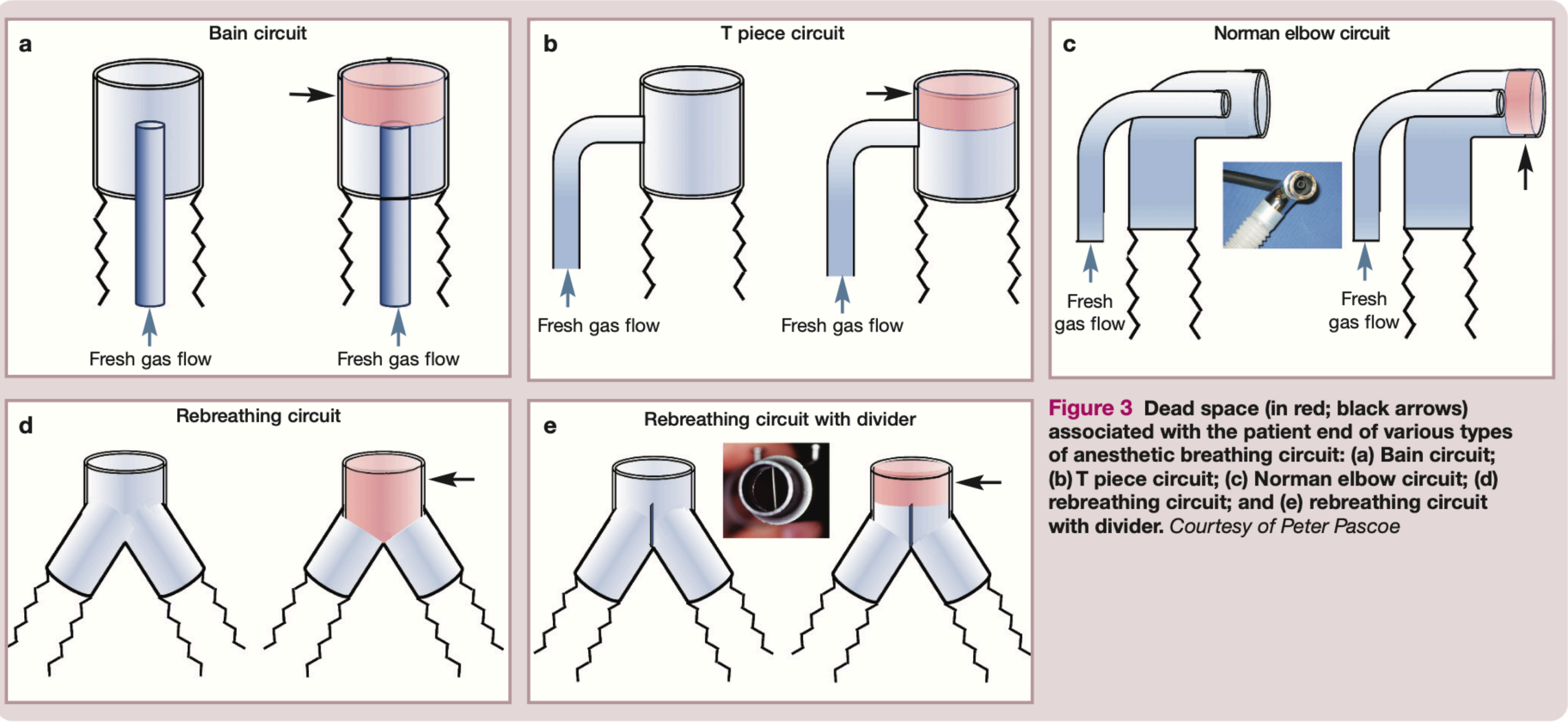


Figure 3 **Dead space (in red; black arrows) associated with the patient end of various types of anesthetic breathing circuit: (a) Bain circuit; (b) T piece circuit; (c) Norman elbow circuit; (d) rebreathing circuit; and (e) rebreathing circuit with divider.** *Courtesy of Peter Pascoe*

Volvamos al concepto del FGF, ¿se mantiene constante durante la anestesia?

$$\frac{\text{FGF (dL)} \times \text{Dial (\%)} \times \text{tiempo (min)}}{200}$$



Consumo de anestésico

mL

$$\frac{\text{FGF (dL)} \times \text{Dial (\%)} \times \text{tiempo (min)}}{200}$$



Impregnación	Mantenimiento (CIRCULAR)
FGF=4 L/m Dial 4% Tiempo 5 min	FGF=4 L/m Dial 1,5% Tiempo 90 min

40 x 4 x 5 / 200 **+** **40 x 1,5 x 90 / 200**

4 mL **+** **27 mL**

31 mL

1 dL = 0,1 L

$$\frac{\text{FGF (dL)} \times \text{Dial (\%)} \times \text{tiempo (min)}}{200}$$



Impregnación

FGF=4 L/m

Dial 4%

Tiempo 5 min

Mantenimiento (CIRCULAR)

FGF=0,5 L/m

Dial 1,5%

Tiempo 90 min

40 x 4 x 5 / 200 **+** **5 x 1,5 x 90 / 200**

4 mL **+** **3,4 mL** **7,4 mL**

$$\frac{\text{FGF (dL)} \times \text{Dial (\%)} \times \text{tiempo (min)}}{200}$$



Impregnación	Mantenimiento (LINEAL)
FGF=4 L/m Dial 4% Tiempo 5 min	FGF=1,5 L/m Dial 1,5% Tiempo 90 min

40 x 4 x 5 / 200 **+** **15 x 1,5 x 90 / 200**

4 mL **+** **10,1 mL**

14,1 mL

¿Qué efectos producen en el animal anestesiado?

Reducción del gasto cardíaco (HAL > ISO ≥ SEV > DES):

- **Depresión miocárdica** (HAL >> ISO, SEV > DES).
- **Vasodilatación periférica** (ISO, SEV y DES >> HAL).
- Disminuyen la **autorregulación del flujo sanguíneo tisular**, haciendo que la perfusión sea dependiente de la presión arterial.
- **Depresión del SNA** (más el simpático). HAL es el menos parasimpaticolítico, mientras que DES el mas.
- El HAL es el que produce menor **taquicardia compensatoria**, ante la hipotensión.
- ISO y SEV NO **sensibilizan al miocardio a los efectos arritmogénicos de las catecolaminas**; el HAL si lo hace.

Reducción del volumen minuto respiratorio, con disminución del volumen corriente y un incremento de la frecuencia respiratoria NO compensatoria.

Los agentes inhalatorios:

- Deprimen la **respuesta ventilatoria al CO_2**.
- Disminuye la **vasoconstricción pulmonar hipóxica**.
- Casi llega a suprimir la **respuesta ventilatoria a la hipoxia**.
- Generan **broncodilatación** (que aumenta el espacio muerto); halotano> todos los demás
- ISO y DES **irritante mucosa**

- El flujo sanguíneo hepático y renal puede **reducirse** porque el GC y la PAM se reducen y / o porque se produce vasoconstricción esplácnica.
- **Reducción** del flujo sanguíneo en la **vena porta y arteria hepática** por el HAL.
- Metabolismo hepático: HAL > SEV >> ISO > DES
- No son analgésicos
- Pueden desencadenar Hipertermia Maligna
- Producen relajación uterina y vasodilatación en el órgano.
- Relajación del esfínter esofágico inferior (¿regurgitación?)

¿Cómo llega el anestésico desde el vaporizador hasta el cerebro?



FI_{ISO} 1,47

FE_{ISO} 1,22

Gradiente FA/FI

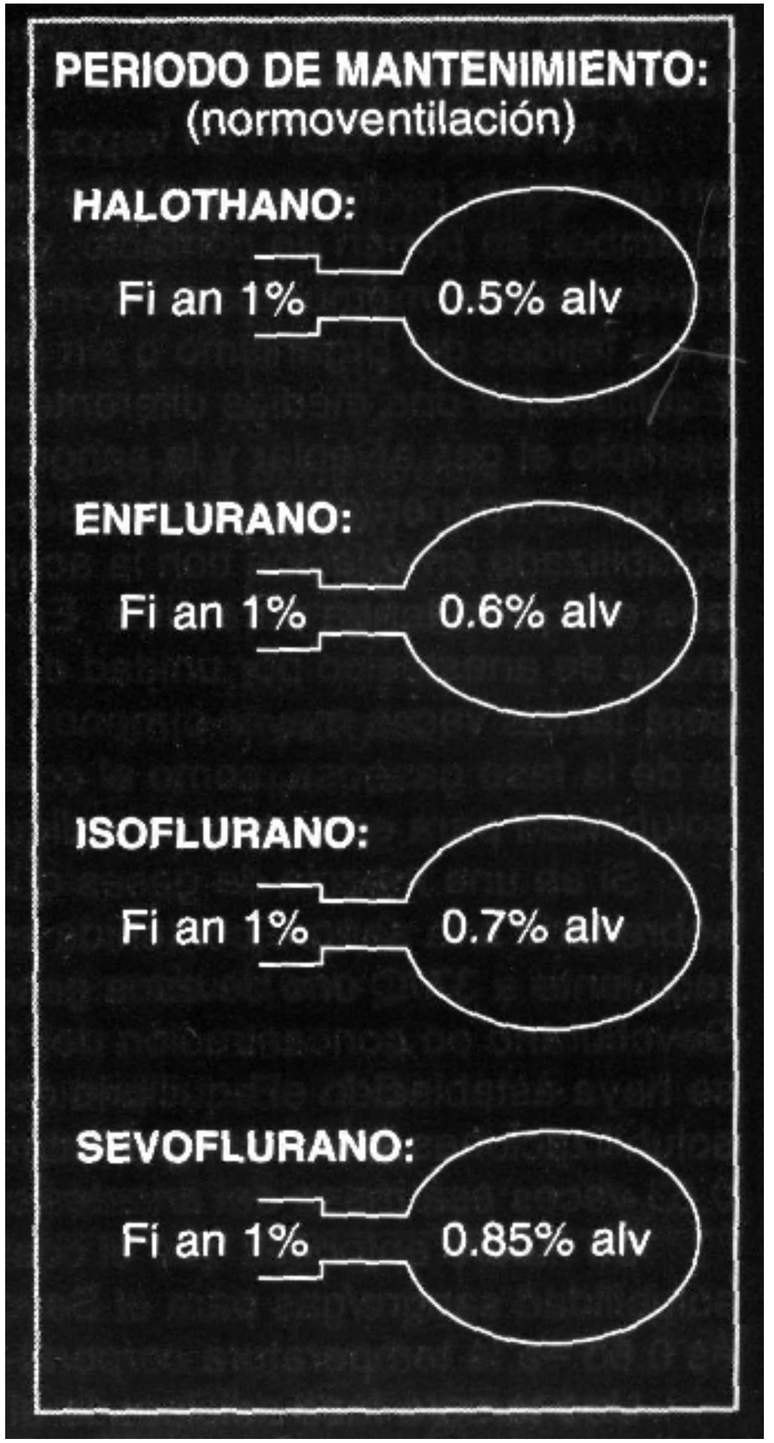
HAL: 50%

ENF: 60%

ISO: 70%

SEV: 85%

DES: 90%



Gradiente F_A/F_I

Circuito	F_V (Dial del Vapo)	F_I	F_A HAL	F_A ENF	F_A ISO	F_A SEV	F_A DES
No-reinhalación	1 %	1 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,85 %	0,9 %
Circular	1 %	0,8 %	0,4 %	0,48 %	0,56 %	0,68 %	0,72 %

Sistema Semi abierto
NO HAY REHINALACION

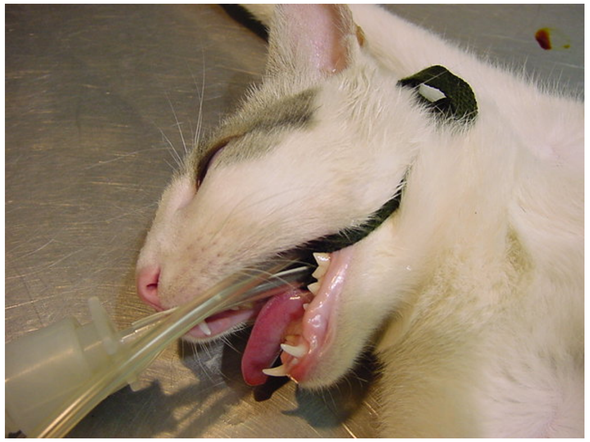


F_V



F_I

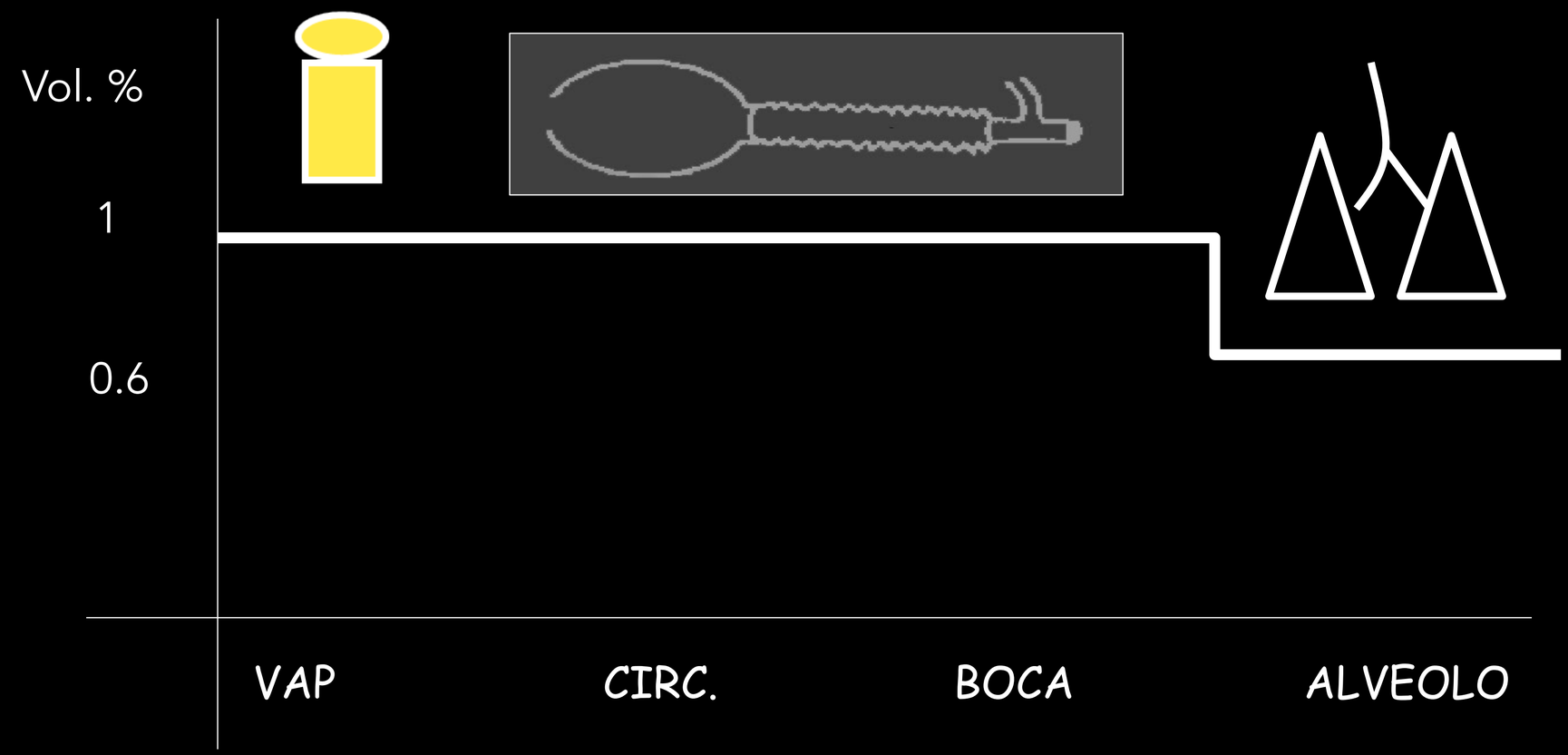
F_A



$$F_V = F_I$$

$$F_I > F_A$$

No-reinhalación



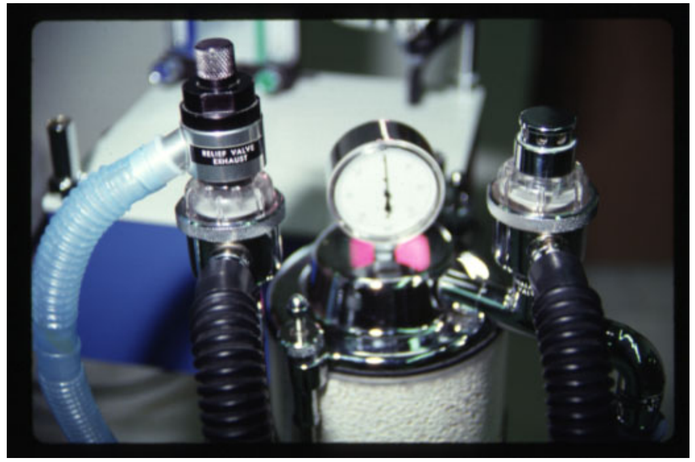
Sistema Semi cerrado
HAY REHINALACION

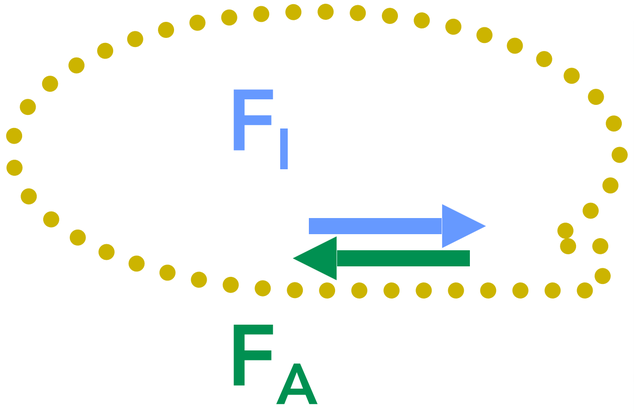


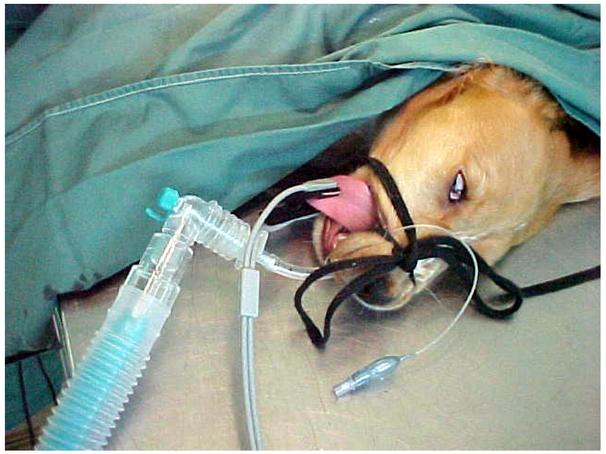
F_V

$F_V > F_I$

$F_I > F_A$

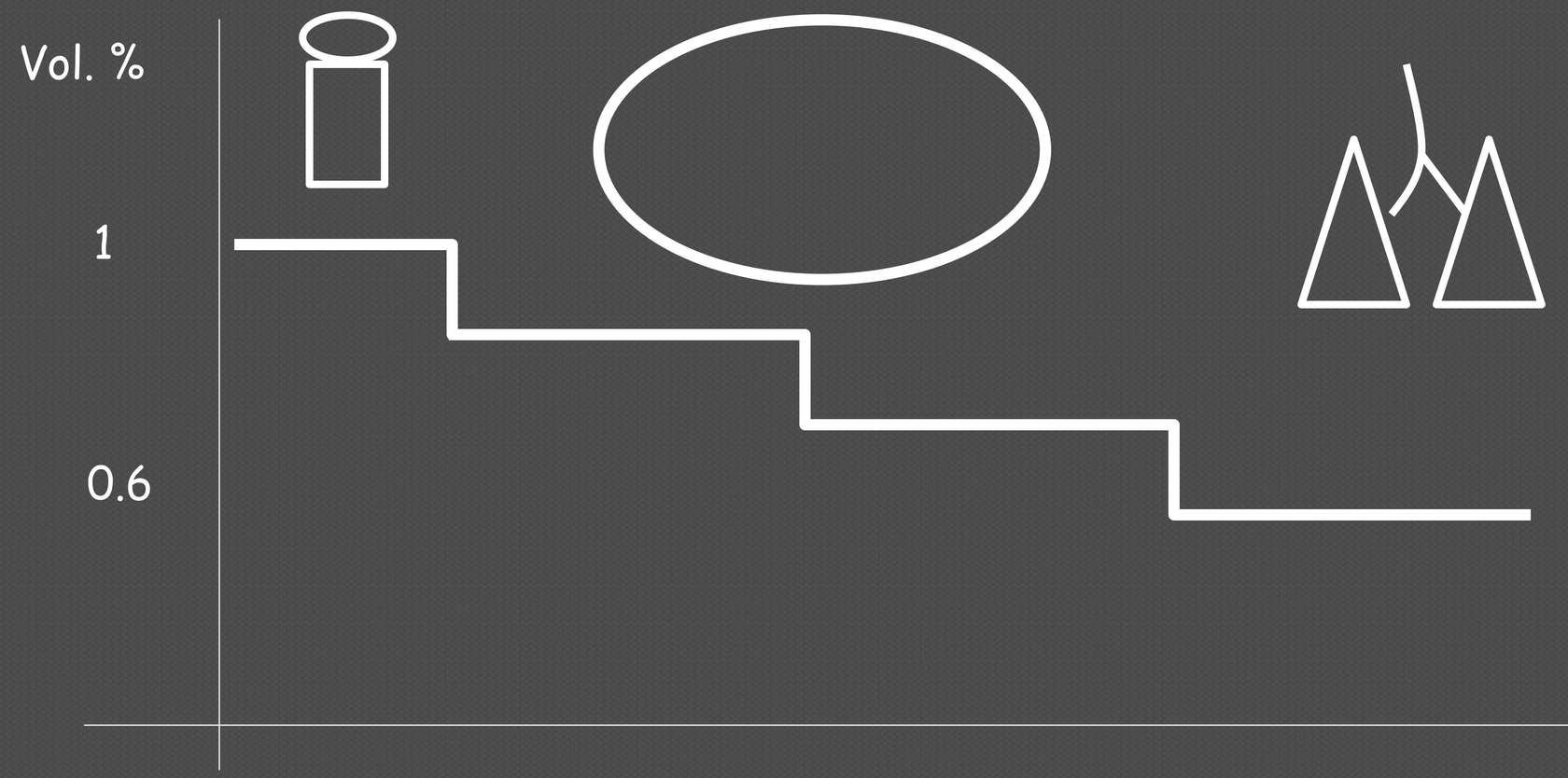


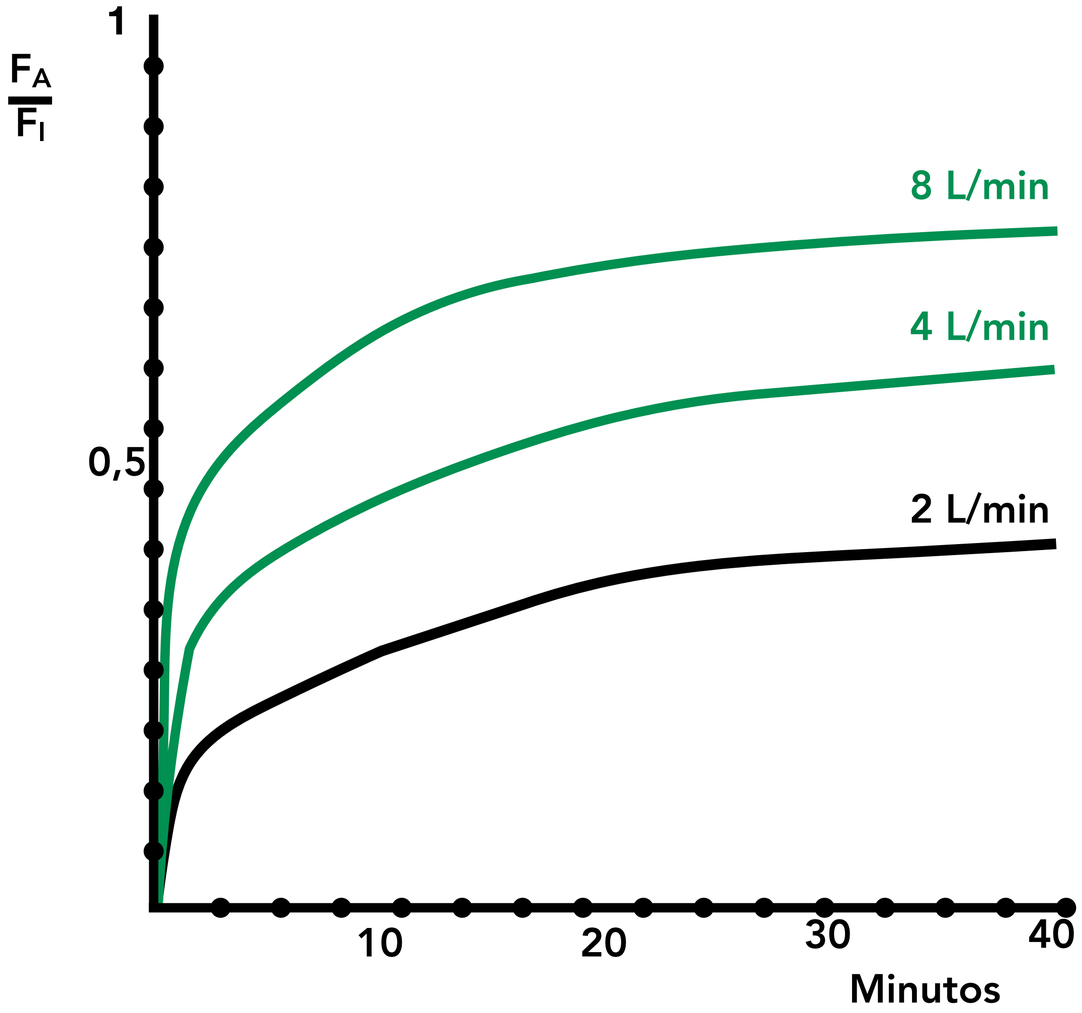




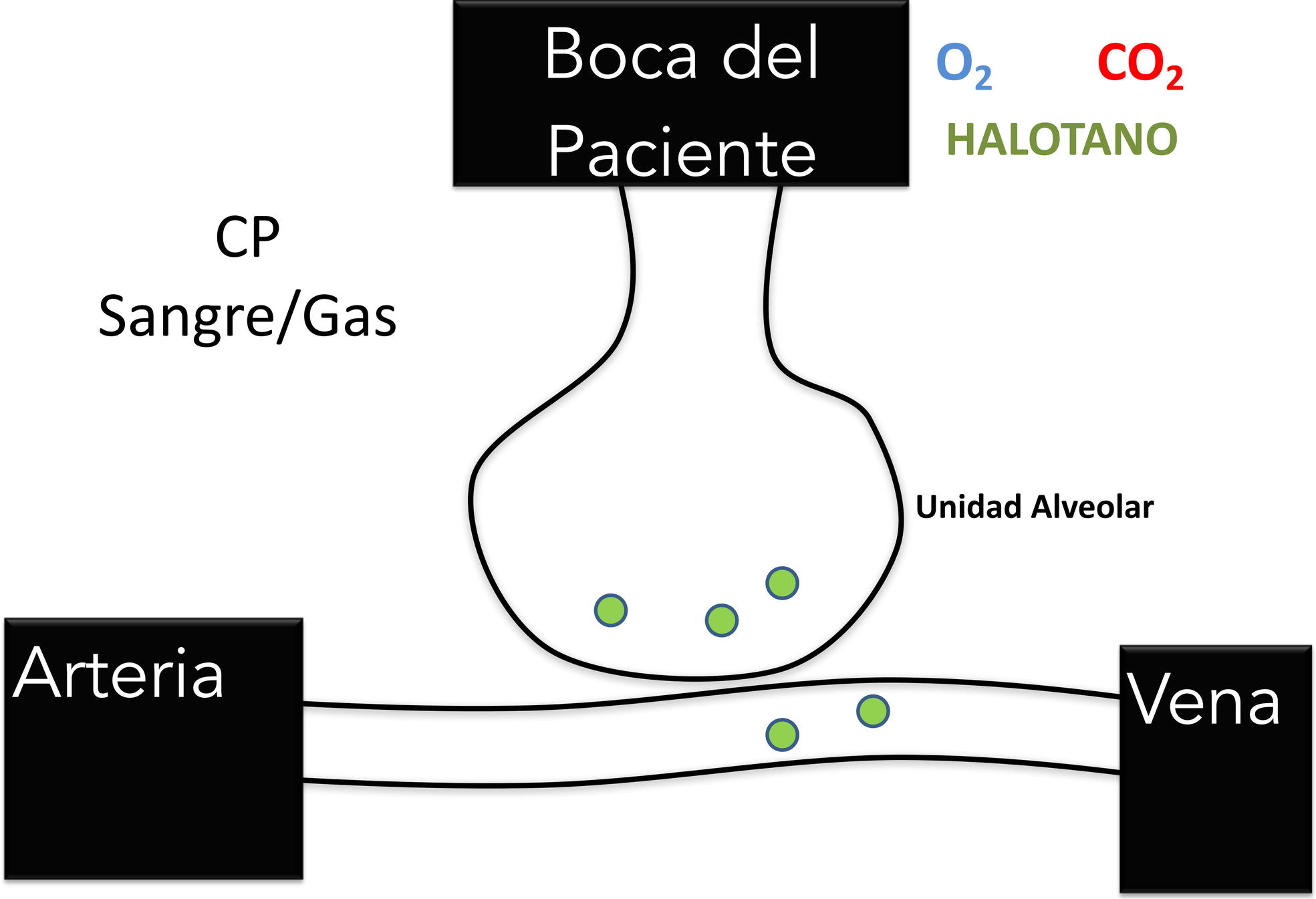
Anestesia Inhalatoria

Reinhalación

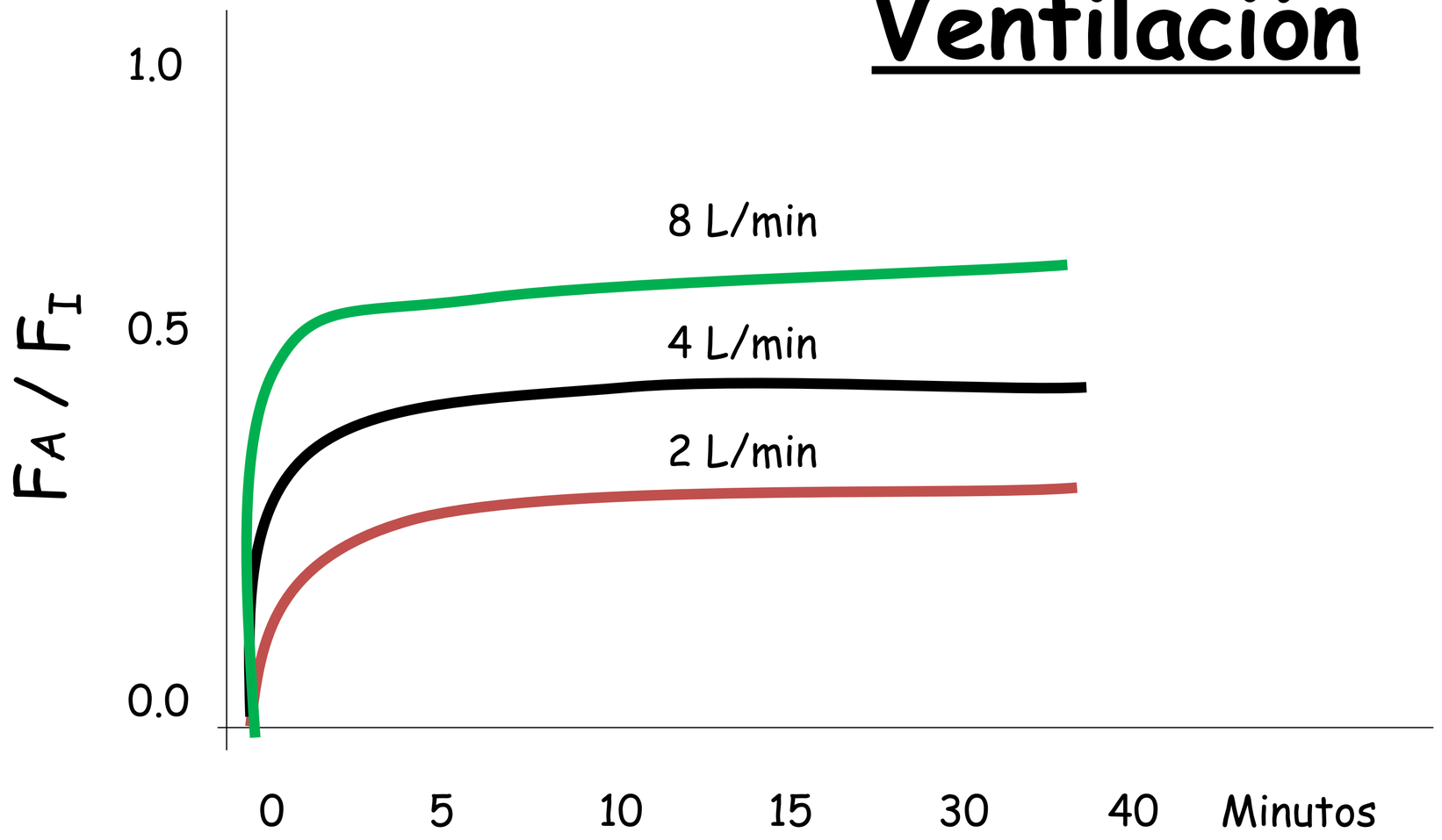




Efecto de la ventilación en el incremento de la concentración alveolar (FA) de HAL con respecto a la concentración inspirada (FI)

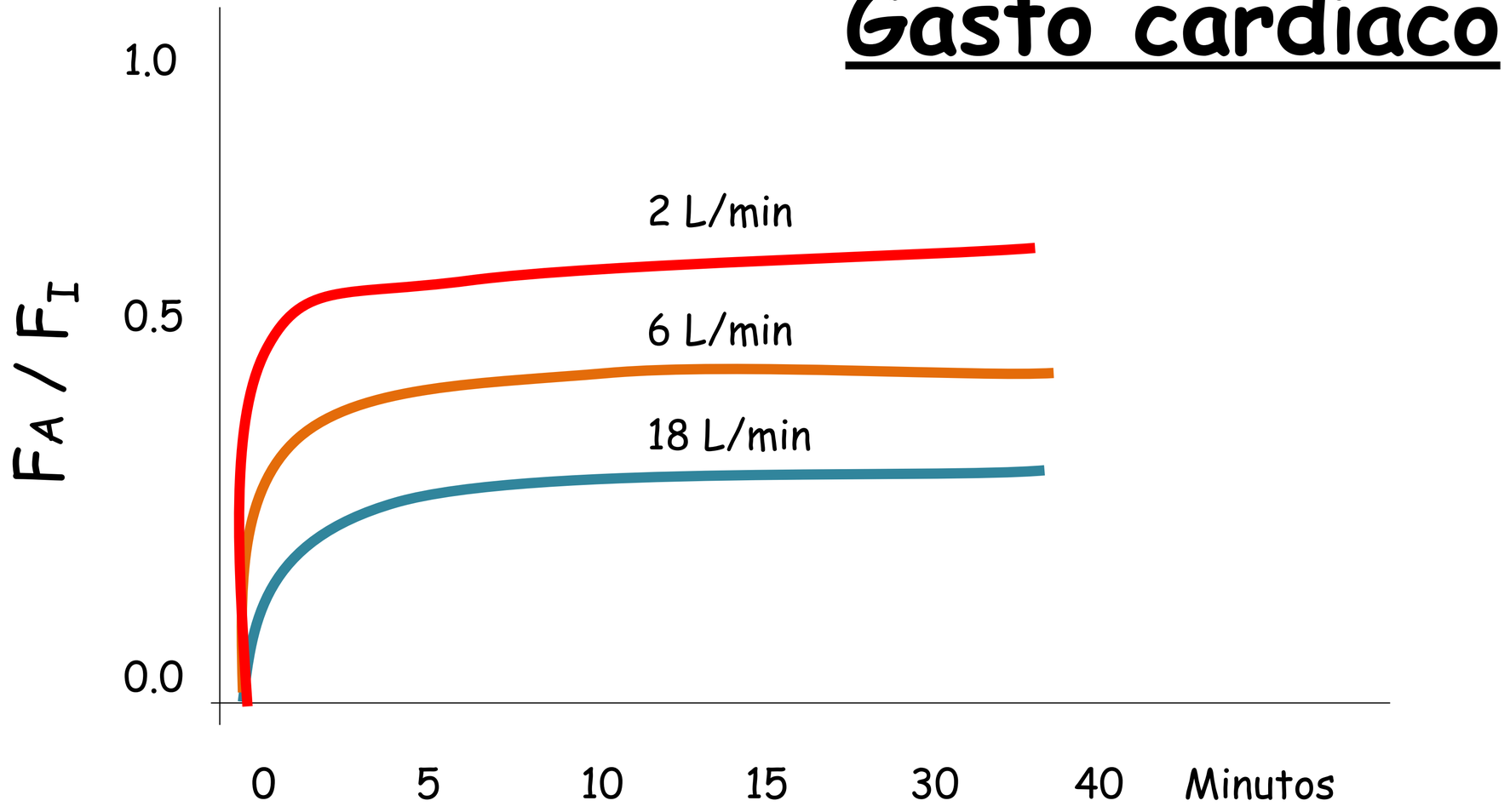

Boca del Paciente
O_2
CO_2
HALOTANO
CP
Sangre/Gas
Unidad Alveolar
Arteria
Vena

Ventilación



Efecto del volumen minuto respiratorio, (VMR), sobre la relación FA / FI. Como puede notarse, la relación FA / FI aumenta más rápidamente conforme el VMR aumenta.

Gasto cardíaco



Efecto del gasto cardíaco, (GC), sobre la relación FA / FI. Como puede notarse, la relación FA / FI aumenta más rápidamente conforme el GC disminuye.

¿Cómo ajusto el vaporizador?



CAM

Es la **concentración alveolar mínima de un anestésico** (a 1 atmósfera) que evita la respuesta (movimiento), en el **50%** de la población (DE_{50}) cuando es expuesto a un estímulo nociceptivo estandarizado.

1,3 CAM evita respuesta en el 95% de la población. DE_{95}

CAM

Aumento de la CAM

Hipertermia
Catecolaminas / simpaticomiéticos
Hipertiroidismo
Hipernatremia

Disminución de la CAM

Hipotermia
Hipoxemia
Hipercapnia ($PaCO_2$ > 95 mmHg)
Drogas: sedantes & inyectables
Agentes analgésicos
Preñez
Geriátricos
Hipotensión
Hipotiroidismo



CAD

Es la concentración alveolar DESEADA para trabajar.

En general se expresa como un múltiplo de la CAM.

CAM	HAL (vol%)	ENF (vol%)	ISO (vol%)	SEV (vol%)	DES (vol%)
1 CAM					
Canino	0,87	2,2	1,28	2,3	7,2
Felino	1,19	2,4	1,61	2,5	9,8
1 x 1,3 CAM					
Canino	1,1	2,8	1,6	3,0	9,3
Felino	1,5	3,1	2,1	3,3	12,7
1 x 2 CAM					
Canino	1,7	4,4	2,5	4,6	14,4
Felino	2,3	4,8	3,2	5,1	19,6
0,8 x CAM					
Canino	0,7	1,7	1,0	1,8	5,7
Felino	0,9	1,9	1,2	2,0	7,8
0,5 x CAM					
Canino	0,4	1,1	0,6	1,1	3,6
Felino	0,6	1,2	0,8	1,3	4,9

Cálculo práctico para fijar la CAD durante el mantenimiento

Circuito	Halotano	Isoflurano	Sevoflurano
Lineal (NO Reinhalación)	CAD x 2	CAD x 1,4	CAD x 1,15
Circular (Reinhalación)	CAD x 2,5	CAD x 1,8	CAD x 1,15

UBA
Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias
VETERINARIAS
Universidad de Buenos Aires

Conclusiones

Gracias por su atención



¿Preguntas?

mceballos@fvet.uba.ar