

Esquemas para la práctica de la anestesia inhalatoria

VERIFICACIÓN DEL APARATO DE ANESTESIA

Este control debe realizarse antes de la administración de la anestesia.

Equipo de ventilación de urgencia

Verificar el funcionamiento del sistema de oxígeno (O₂) directo.

Sistema de alta presión

CILINDRO DE O ₂	
Verificar su contenido $\text{Vol de O}_2 = \text{Pr} \times 40$ donde Vol de O ₂ = volumen de oxígeno (en l) contenido en el tubo, Pr = presión (en kg/cm ²) leída en el manómetro.	Verificar la existencia de un cilindro de repuesto

O ₂ CENTRAL
Verificar la presión de línea (50 lb.p.s.i.), la correspondencia de colores, la correcta conexión entre la válvula reductora de presión y las mangueras que transportan los gases y la hermeticidad de las mangueras.

lb.p.s.i. = pounds per square inch = libras por pulgadas cuadradas.

Sistema de baja presión

- Verificar la hermeticidad del sistema.
- Verificar el nivel de llenado del vaporizador y el cierre de las tapas del depósito de líquido.
- Verificar el funcionamiento del dial de los vaporizadores. Dejar en cero.
- Activar el interruptor eléctrico principal de la mesa de anestesia y de todos los equipos eléctricos necesarios.
- Evaluar el funcionamiento de los flujómetros:
 - Abrir el flujómetro de óxido nítrico, con el flujómetro de O₂ cerrado, y confirmar la existencia de la válvula de seguridad y de la alarma de mezcla hipóxica. Verificar su funcionamiento. Cerrar ambos flujómetros.

Circuito lineal

Verificar la limpieza, el armado, la hermeticidad y el funcionamiento del sistema.

Circuito circular

- Verificar la higiene del circuito.
- Verificar que el circuito esté completo, bien armado, correctamente conectado y hermético.
- Fijar el selector en modo bolsa.
- Verificar si hay fugas ocluyendo la pieza en Y.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas unidireccionales y de la válvula APL.
- Verificar que el absorbente de dióxido de carbono (CO₂) sea el adecuado.

Aspirador

Verificar la higiene y la presión de aspiración en la punta de la cánula.

Ventilador mecánico

- Fijar los parámetros respiratorios adecuados para el paciente.
- Conectar una bolsa de reanimación en la pieza en Y; fijar el selector en modo ventilador.
- Verificar la frecuencia de los ciclados, el estado del fuelle y la presión de trabajo.
- Verificar la hermeticidad del sistema.

Dispositivos de monitoreo

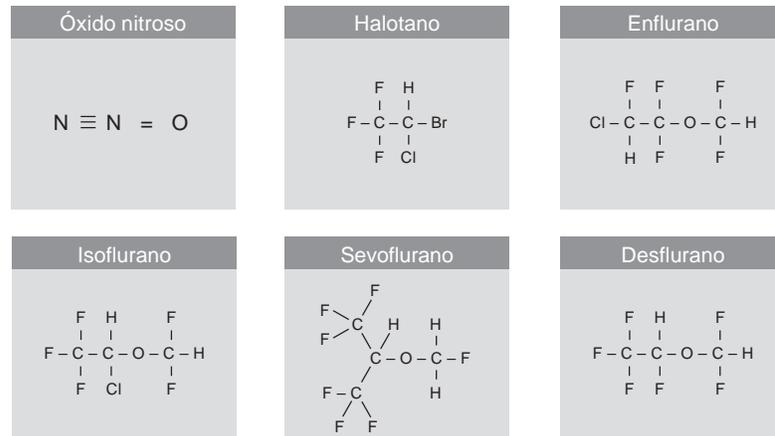
- Verificar la correcta conexión, el funcionamiento y los límites de alarma de todos los dispositivos de monitoreo: tensiómetro, oxímetro de pulso, capnógrafo, analizador de gases, cardioscopio, espirómetro, etc.

Si se utiliza la misma mesa de anestesia en dos prácticas sucesivas no es necesario repetir estos pasos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CILINDROS DE LOS GASES MEDICINALES (A 20°C)

Gas	Color (INT)	Color (EUA)	Presión (Kg/cm ²)	Presión (lb.p.s.i.)	Presión (Kpa)
Oxígeno	Blanco	Verde	150	2000	13700
Óxido nitroso	Azul	Azul	50	650	4500
Anhídrido carbónico	Gris	Gris	55	725	1800
Helio	Marrón	Marrón	150	2000	13700
Aire	Blanco y negro	Amarillo	150	2000	13700
Nitrógeno	Negro	Negro	150	2000	13700

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS ANESTÉSICOS INHALATORIOS



PUNTO DE EBULLICIÓN DE LOS AGENTES INHALATORIOS (a 760 mm Hg)

Compuesto	Punto de ebullición (°C)
Óxido nitroso	-89,5
Halotano	50,2
Enflurano	56,5
Isoflurano	48,5
Sevoflurano	58,6
Desflurano	22,8

**RENDIMIENTO DE VAPOR
DE AGENTES ANESTÉSICOS INHALATORIOS**
(ml de vapor por ml de líquido)

Compuesto	20°C	37°C
Óxido nitroso	650	725
Halotano	227	241
Enflurano	198	208
Isoflurano	196	208
Sevoflurano	182	196
Desflurano	195	209

**COEFICIENTES DE PARTICIÓN
DE LOS AGENTES ANESTÉSICOS INHALATORIOS**
(a 37°C)

Gas	Sangre/ gas	Cerebro/ sangre	Hígado/ sangre	Riñón/ sangre	Músculo/ sangre	Grasa/ sangre
Óxido nitroso	0,47	1,1	0,8	-	1,2	2,3
Halotano	2,5	1,9	2,1	1,2	3,4	51
Enflurano	1,8	1,4	2,1	-	1,7	36
Isoflurano	1,4	1,6	1,8	1,2	2,9	45
Sevoflurano	0,69	1,7	1,8	1,2	3,1	48
Desflurano	0,42	1,3	1,4	1	2,3	27

**METABOLISMO
DE LOS ANESTÉSICOS INHALATORIOS**
(porcentaje de la dosis administrada)

Compuesto	Porcentaje
Óxido nitroso	0,004%
Halotano	17 a 25%
Enflurano	2 a 5%
Isoflurano	0,2%
Sevoflurano	2 a 3%
Desflurano	0,1%

**CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS
DE VENTILACIÓN Y DE ADMINISTRACIÓN
EN LA ANESTESIA GENERAL**

Circuitos	Sistemas	Reinhalación			
		VOL	CO ₂	H ₂ O	CAL
Lineal Avalvulado Sin abs. de CO ₂	SA	0	0	0	0
	SSA	Bajo	Parcial	Baja	Baja
Circular Valvulado Con abs. de CO ₂	SSC	Alto	0	Alta	Alta
	SC	Total	0	Alta	Alta

REFERENCIAS:

BF: bajo flujo; **SA:** sistema abierto (sistema sin reinhalación, open system); **SSA:** sistema semiabierto (sistema con retención de CO₂, semi open system); **SSC:** sistema semicerrado (sistema con gran reinhalación, low-flow system); **SC:** sistema cerrado (sistema con reinhalación total, sistema de bajos flujos, closed system); **VOL:** volumen de la reinhalación; **CO₂:** magnitud de la reinhalación de anhídrido carbónico; **H₂O:** magnitud de la reinhalación de vapor de agua; **CAL:** magnitud de la recuperación de energía calórica.

**VOLUMEN CORRIENTE RESPIRATORIO
EN FUNCIÓN DEL PESO
Y LA FRECUENCIA RESPIRATORIA
DEL PACIENTE**

Peso en kg	FRECUENCIA RESPIRATORIA												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Volumen en ml												
40	-	-	-	340	320	300	285	275	265	255	245	240	220
45	-	-	-	355	345	325	305	290	275	265	250	240	230
50	500	470	420	400	380	360	340	315	305	295	285	285	275
55	510	490	470	440	395	385	355	335	325	315	305	-	-
60	580	520	500	450	420	395	380	365	350	340	325	-	-
65	595	555	515	490	450	415	400	395	380	360	345	-	-
70	625	565	530	505	470	440	420	405	390	380	370	-	-
75	650	580	560	530	495	460	415	420	410	400	385	-	-
80	670	620	575	560	525	495	470	450	425	410	400	-	-
85	700	650	610	580	540	515	490	470	450	435	420	-	-
90	730	695	660	600	465	540	515	495	470	460	440	-	-
95	770	705	670	615	580	555	520	505	485	470	465	-	-
100	810	720	680	630	600	565	545	520	500	480	485	-	-
	Volumen en ml												

Resultados obtenidos en el nomograma de Radford

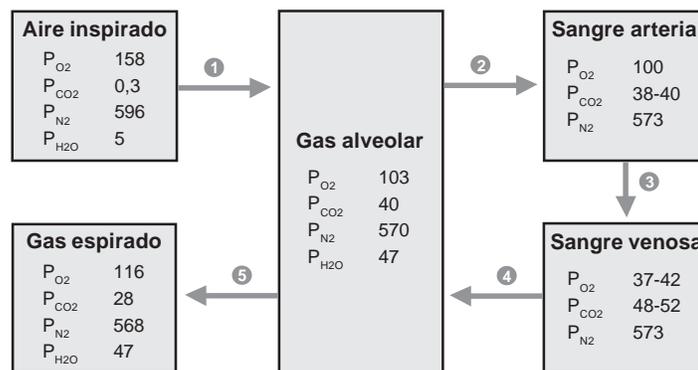
MEZCLAS DE AIRE Y OXÍGENO (enriquecimiento con oxígeno)

$$\frac{100 \times (FO_2 + \frac{1}{5} FA)}{Ft} = \% \text{ de } O_2 \text{ en la mezcla}$$

Donde FO_2 = valor del flujo de oxígeno en un minuto; FA = valor del flujo de aire en un minuto; Ft = valor de la suma de los flujos anteriores en un minuto (volumen minuto de la mezcla).

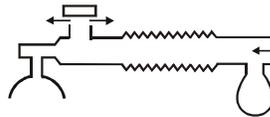
Partes		Mezcla
Aire	Oxígeno	% de O_2
1	2	73
1	1	60
2	1	46,6
3	1	40
4	1	36
5	1	33

VALORES NORMALES DE LOS GASES VENTILATORIOS (presión parcial en mm Hg)

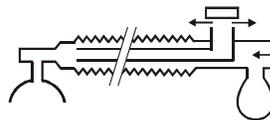


**CIRCUITOS LINEALES
DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN (Mapleson)**

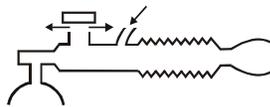
Clase Mapleson: A
Otros nombres: configuración de Magill
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 1 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): alto y difícil de predecir



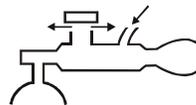
Clase Mapleson: A'
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 1 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): alto y difícil de predecir



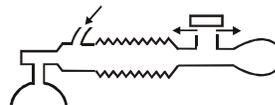
Clase Mapleson: B
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 2 a 2½ x ventilación por minuto



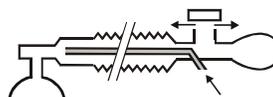
Clase Mapleson: C
Otros nombres: De ida y vuelta de Waters
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 2 a 2½ x ventilación por minuto



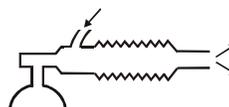
Clase Mapleson: D
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 a 3 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 1 a 2 x ventilación por minuto



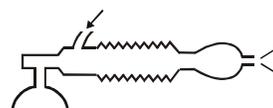
Clase Mapleson: D'
Otros nombres: circuito de Bain
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 a 3 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 1 a 2 x ventilación por minuto



Clase Mapleson: E
Otros nombres: pieza en T de Aires
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 a 3 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 3 x ventilación por minuto



Clase Mapleson: F
Otros nombres: Modificación de Jakson-Reese
Flujo de gases frescos (en respiración espontánea): 2 a 3 x ventilación por minuto
Flujo de gases frescos (en respiración controlada): 2 x ventilación por minuto



NEUTRALIZADORES DE ANHÍDRIDO CARBÓNICO

Cal sodada	Hidróxido de calcio 90% Hidróxido de sodio 5% Hidróxido de potasio 1% Agua	100 g absorben 15 a 20 litros de CO ₂	Práctico: 1 kg sirve para 8 horas de utilización
Cal baritada	Hidróxido de calcio 76% Hidróxido de bario 20% Agua	100 g absorben 27 litros de CO ₂	Práctico: 1kg sirve para 10 horas de utilización

**CONCENTRACIÓN ALVEOLAR MÍNIMA (CAM)
DE LOS AGENTES
ANESTÉSICOS INHALATORIOS (vol %)**

Agente	CAM (con O ₂ 100%)	CAM (con N ₂ O 66% O ₂ 33%)
Óxido nitroso	105	-
Halotano	0,75	0,29
Enflurano	1,68	0,60
Isoflurano	1,15	0,56
Sevoflurano	1,71	1,1
Desflurano	6 - 7,25	¿

Modificadores de la CAM

Factores que aumentan la CAM

- Alcoholismo crónico
- Aumento de los niveles de neurotransmisores centrales: inhibidores de la MAO, administración aguda de dextroanfetamina, cocaína, efedrina, levodopa
- Hipernatremia
- Hipertermia (> 42 °C)
- Edad (jóvenes)

Factores que disminuyen la CAM

- Acidosis metabólica
- Hipoxia (PaO₂ < 38 mm Hg)
- Hipotensión arterial (PAM < 40 mm Hg)

- Disminución de los niveles de neurotransmisores centrales: alfa metildopa, reserpina, administración crónica de dextroanfetamina, levodopa
- Edad (ancianos)
- Anemia (hematocrito < de 10%)
- Hipotermia
- Hiponatremia
- Embarazo

FÁRMACOS QUE DISMINUYEN LA CAM	
Clonidina	Opioides
Litio	Procaína
Alcoholismo agudo	Barbitúricos
Marihuana	Benzodicepinas
Ketamina	Neurolépticos
Pancuronio	Verapamilo

Factores que no alteran la CAM

- Duración de la anestesia
- Tipo, profundidad y duración del estímulo doloroso
- Hipocarbica ($PCO_2 > 21$ mm Hg)
- Hiper carbica ($PCO_2 < 95$ mm Hg)
- Estado metabólico ácido-base (pH 6,9 a 7,6)
- Sexo
- Hiperoxia
- Anemia isovolémica (hematocrito > de 10%)
- Hipertensión arterial
- Hipo e hiperfunción tiroidea
- Hiperkalemia

FÁRMACOS QUE NO ALTERAN LA CAM
Propanolol
Naloxona

**CONSUMO DE LÍQUIDO ANESTÉSICO (en ml)
NECESARIO PARA MANTENER UNA
CONCENTRACIÓN ALVEOLAR SIMILAR A LA CAM
CON DISTINTOS FLUJOS DE GASES FRESCOS**

Agente anestésico		Velocidad de aporte (l/min)				
		0,2	1	2	4	6
Halotano	30 min	3	4,1	5,4	8	10,5
	60 min	4,6	6,5	9	13,9	18,8
Isoflurano	30 min	3,3	5,8	8	12,3	16,7
	60 min	4,9	9,6	13,9	22,3	30,7
Sevoflurano	30 min	4	6,3	10,1	17,6	25,2
	60 min	6,3	10,9	18,2	33	47,8
Desflurano	30 min	6,7	14,8	25	45,2	65,4
	60 min	10,1	26,1	46	85,8	125,7

**EFFECTOS DE LOS ANESTÉSICOS
INHALATORIOS SOBRE LA FISIOLÓGÍA CEREBRAL**

Anestésico	MBC	FSC	Producción de LCR	Absorción de LCR	PIC	Convulsiones
Óxido nítrico	↓	↑	=	=	↑	↓
Halotano	↓↓	↑↑↑	↓	↓	↑↑	↓
Enflurano	↓↓	↑↑	↑	↓	↑↑	↑
Isoflurano	↑↑↑	↑	=	↑	↑	↓
Sevoflurano	↑↑↑	↑	?	?	↑↑	↓
Desflurano	↑↑↑	↑	↑	↓	↑↑	↓

REFERENCIAS:

MBC = metabolismo basal cerebral; FSC = flujo sanguíneo cerebral; LCR = líquido cefalorraquídeo; PIC = presión intracerebral.

↑ = Aumento ↓ = Disminución = = Poco o ningún cambio ? = Desconocido

EFFECTOS CLÍNICOS DE LOS ANESTÉSICOS INHALATORIOS

	Óxido nítrico	Halotano	Enflurano	Isoflurano	Sevoflurano	Desflurano
Cardiovascular						
Presión arterial	=	↓↓	↓↓	↓↓	↓	↓↓
Frecuencia cardíaca	=	↓	↑	↑	=	↑
Gasto cardíaco	=	↓	↓↓	=	↓	↓
Respiratorio						
Volumen corriente	↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓	↓
Frecuencia respiratoria	↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑
PaCO ₂	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑↑
Neuromuscular						
Bloqueo no despolarizante	↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑↑
Renal						
Flujo sanguíneo	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	↓	↓
Gasto urinario	↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	?	?
Hepático						
Flujo sanguíneo	↓	↓↓	↓↓	↓	↓	↓

↑ = Aumento ↓ = Disminución = = Poco o ningún cambio ? = Desconocido

Lecturas sugeridas

Aldrete JA y col. Texto de Anestesiología Teórico-Práctico. 2ª Edición. El Manual Moderno, México. 2004.

Brugna E. Dinámica de la Anestesia General. Editorial Abbotth. 1995.

Dorsch JA, Dorsch SE. Understanding Anesthesia Equipment. 4ª Edition. Williams & Wilkins. USA. 1999.

Ehrenwerth J, Eisenkraft JB. Anesthesia Equipment. Mosby, USA. 1993.

Encyclopédie Médico-Chirurgicale-Anesthésie-Réanimation. Éditions Techniques. France.

Goodman & Gilman. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. 10ª Edición. Editorial Mc Graw Hill, México. 2003. Cap. 14 y 16.

Miller RD. Anestesia. 4ª Edición. Harcourt Brace, España. 1998.

Morgan GE, Mikhail MS. Anestesiología Clínica. 2ª Edición, El Manual Moderno. México. 1998.