



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



Servicio de Anestesia,
Reanimación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

RESPIRADORES: Mecánica y electrónica del aparato de anestesia. -tipos de respiradores (anestesia, transporte, intensivos, etc) y tipos de circuitos.

Dr Jaume Puig (FEA)

Dra María Gallego (MIR)

**Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consortio Hospital General Universitario de Valencia**



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN:

- DEFINICIÓN
- HISTORIA
- CLASIFICACIÓN

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

- SISTEMA DE APORTE DE GAS FRESCO:
 - FLUJO DE GAS FRESCO
 - VAPORIZADORES
 - VENTILADORES
- CIRCUITO ANESTÉSICO
 - COMPONENTES
 - TIPOS

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS APARATOS DE ANESTESIA

- VOLUMEN DEL CIRCUITO CIRCULAR
- COMPRESIBILIDAD DEL CIRCUITO
- RESISTENCIA DEL CIRCUITO
- EFICACIA DEL CIRCUITO

4. ELECTRÓNICA

5. CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN

“Un ventilador mecánico es una máquina automática diseñada para proporcionar todo o parte del trabajo que el cuerpo debe hacer para mover el gas dentro y fuera de los pulmones. El acto de mover el aire dentro y fuera de los pulmones se llama respiración o, más formalmente, ventilación”¹.

→ Es un método de **soporte ventilatorio** mediante el que se puede **sustituir o apoyar** la ventilación espontánea de una persona.



Dos maneras fundamentales para movilizar el aire:

- Creando una mayor presión negativa alveolar durante la inspiración
- Aplicando presión positiva externa

1. INTRODUCCIÓN

1.2 HISTORIA

1832

1907

1927

1952

1992

Poliomielitis

Primer modelo de ventilador con presión negativa

El escocés John Dalze diseñó el primer modelo.

“Pulmotor original”

Heinrich Dräger documentó el desarrollo del “Pulmotor original”, un dispositivo capaz de alternar presiones positiva y negativa en la vía aérea funcionando con oxígeno a presión (figura 1).

Pulmón de acero

Drinker y Shaw desarrollaron el pulmón de acero. Este dispositivo permitía ventilar de forma artificial ejerciendo presión negativa externa (Figura 2).

Ventilación con presión positiva

Björn Aage Ibsen decidió sedar a una de sus pacientes con pentotal, realizarle una traqueostomía y ventilarla a través de ella; fundamentó el nacimiento de la ventilación con presión positiva.

BiPAP

Respironics Inc (Murrysville, EEUU) lanzó al mercado la BiPAP® (Biphasic positive airway pressure) (figura 3).

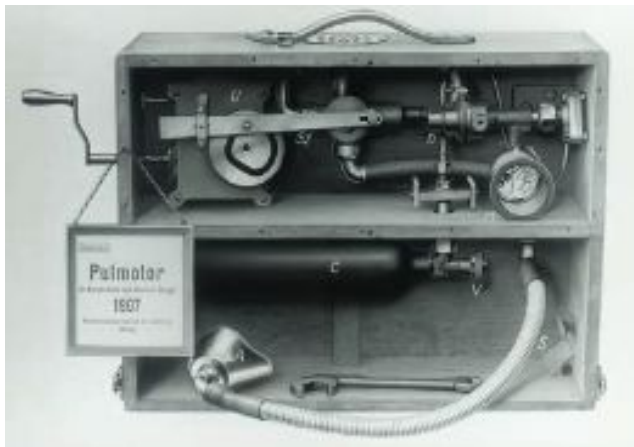


Figura 1. "Pulmotor original", prototipo patentado por Dräger en 1907.(2)



Figura 2. Modelo de pulmón de acero de Emerson. Foto sin derechos de autor. Procedente de: CDC/GHO/Mary Hilpertshauer – número de identificación #6536.



Figura 3. BiPAP® S/T (Respironics Inc, Murrysville, EEUU) (5)



1. INTRODUCCIÓN

1.3 CLASIFICACIÓN

VENTILADORES NO
INVASIVOS DE
PRESIÓN POSITIVA



VENTILADORES DE
TRANSPORTE O
DOMÉSTICOS



VENTILADORES DE
LA UCI DE MEDIO
NIVEL O DE
CUIDADOS
SUBAGUDOS

Ventiladores diseñados con el fin de satisfacer una serie de necesidades limitadas en comparación con los ventiladores estándar de UCI

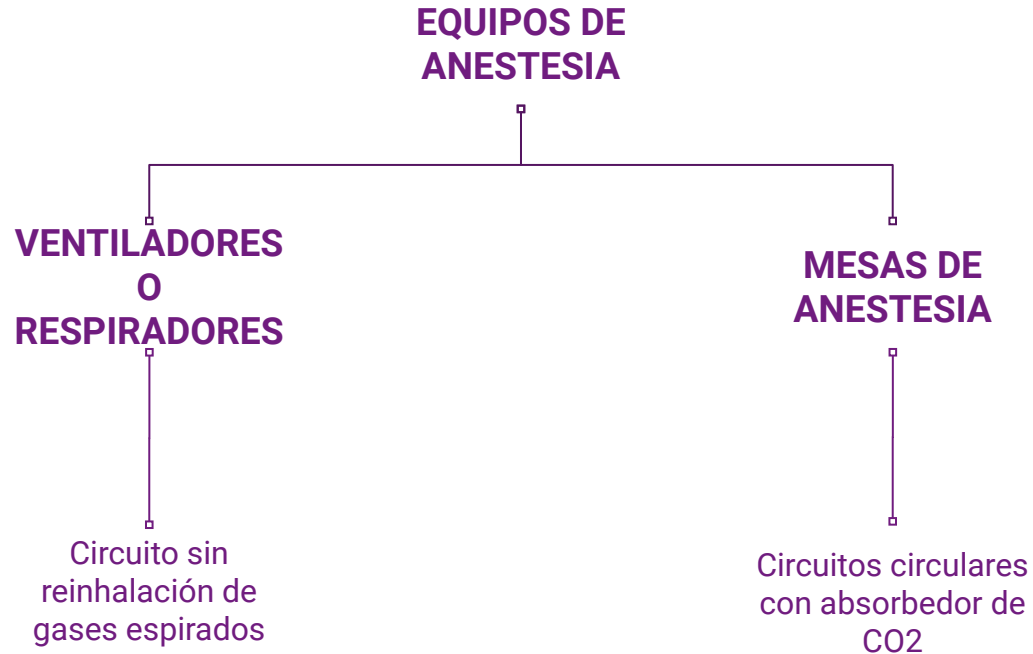
VENTILADORES DE
UCI ESTÁNDAR



→ No existe una definición precisa del concepto de ventilador de UCI de medio nivel. En general, el suministro de gas, modo y capacidades de monitorización así como el precio de estos ventiladores se encuentran entre los domésticos y los de UCI.

→ Los ventiladores de UCI son los más sofisticados y utilizados más comúnmente.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA



ESTRUCTURA COMÚN



2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

- Sistema de aporte de gases frescos

Recibe el gas de la red hospitalaria de distribución y genera una mezcla de gas que introduce a un flujo determinado

- Circuito anestésico

El gas es entregado al paciente por medio de una presión que cíclicamente proporciona el ventilador

- Ventilador (generador de presión positiva)

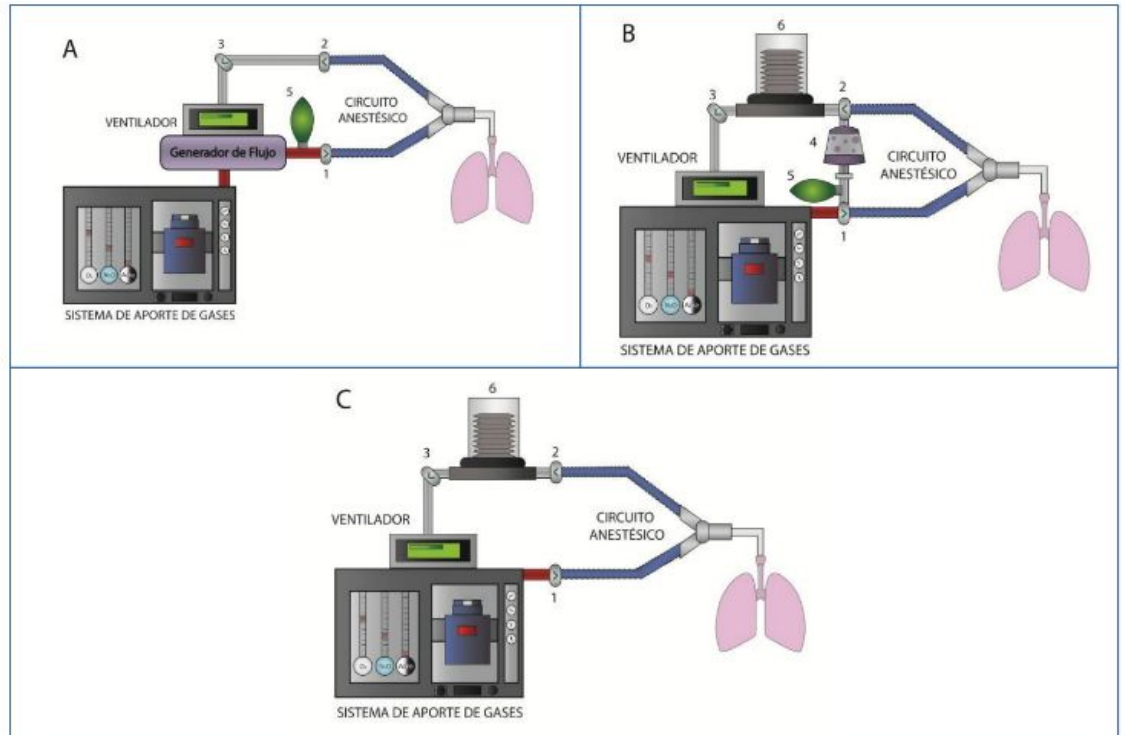


Figura 1. Tipos de aparatos de anestesia. A) Ventiladores adaptados a anestesia. B) Mesas de anestesia con circuito con absorción de CO₂. C) Mesas de anestesia con circuito sin absorbente de CO₂. En todos se observa el sistema de aporte de gases frescos, el circuito anestésico y el ventilador. En los dibujos: 1,2: Válvulas unidireccionales. 3: Válvula APL de sobreflujo. 4: Recipiente absorbente de CO₂. 5: Balón reservorio.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

1. Fuente de suministro

El aparato de anestesia recibe el gas comprimido desde una fuente de suministro

2. Caudalímetro

Por medio de caudalímetros crea una mezcla de gas

3. Vaporizador

Pasa a través de un vaporizador, donde incorpora un porcentaje exacto de agente anestésico volátil



"Flujo de gas fresco" (FGF)

Volumen minuto de gas final que se aporta al circuito anestésico y que todavía no ha sido utilizado por el paciente.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

1. Fuente de suministro

El aparato de anestesia recibe el gas comprimido desde una fuente de suministro



- ★ Sistema centralizado de aporte de gases medicinales (oxígeno, óxido nítrico y aire medicinal)
- ★ Tomas de gases de la pared o tomas rápidas,
- ★ Presión aproximada de 4 atmósferas

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

2. Caudalímetro

Regulan las proporciones de oxígeno, óxido nitroso y otros gases medicinales, así como el volumen minuto (flujo) de esa mezcla de gases.

Entregan un flujo entre 0,25 L/min y 30 L/min.

Siempre deben garantizar una $FiO_2 > 21\%$.

1. De flotador o rotámetro

- Válvula de control del flujo + tubo de flujo + flotador + escala.
- De presión constante y orificio variable.

2. De paleta o de Gauthier

- De orificio constante y presión variable (manómetros).

3. Electrónicos

- Miden el flujo por la variación de temperatura que sufre un sensor térmico en el centro de la corriente del gas.
- Permiten la regulación automática de los flujos, evitando la aparición de mezclas hipóxicas.
- Precisión del flujo de gas fresco mayor

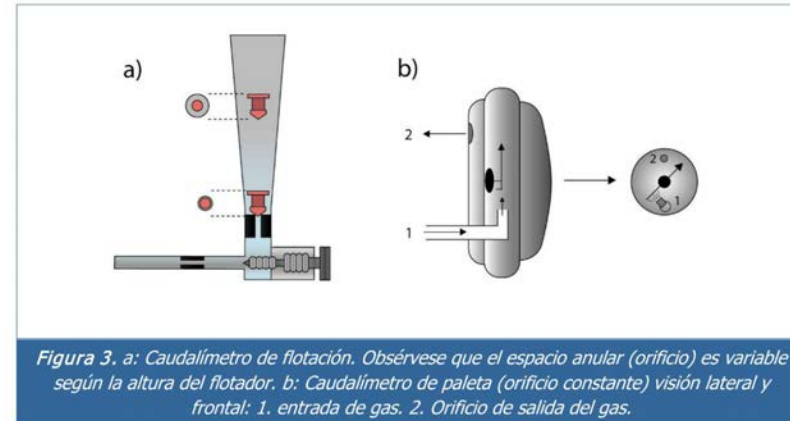


Figura 3. a: Caudalímetro de flotación. Obsérvese que el espacio anular (orificio) es variable según la altura del flotador. b: Caudalímetro de paleta (orificio constante) visión lateral y frontal: 1. entrada de gas. 2. Orificio de salida del gas.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

2. Caudalímetro

ANEXOS



El óxido nítrico y el oxígeno están interconectados

- no se puede abrir sólo el caudalímetro de óxido nítrico
- cuando se abren ambos, la concentración de oxígeno mínimo es del 25%
- la caída de presión del oxígeno desconecta o reduce proporcionalmente la de óxido nítrico (y de otros gases)



Dispositivo manual de oxígeno de emergencia:

- Suministro de un flujo de al menos 500 ml.s-1 (30 L.min-1).

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

TIPOS:

De cortocircuito o de bypass variables:

Los más utilizados.

Cada vaporizador está calibrado para un único agente.

De inyección directa de agentes volátiles:

Inyección directa de vapor en el circuito cerrado

Electrónicos

3. Vaporizador

Sistema que hace que el agente anestésico líquido se transforme en unos **volúmenes precisos y controlables** de vapor anestésico

← **Cámara** en la cual un gas es saturado con un gas anestésico volátil

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

3. Vaporizador

De cortocircuito o de bypass variables:

Los más utilizados.

Cada vaporizador está calibrado para un único agente.

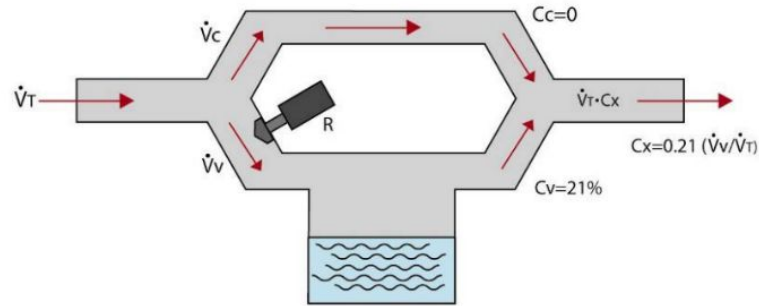


Figura 4. Esquema de vaporizador de cortocircuito variable. El mando que varía la resistencia a la cámara de vaporización, puede también situarse en la rama de salida de ésta. V_{T0} : flujo total de gas fresco. V_v : Flujo a la cámara de vaporización. V_c : Flujo a través del cortocircuito. C_v : Concentración de anestésico a la cámara de vaporización. C_c : Concentración en el cortocircuito (cero). C_x : Concentración a la salida.

“By-pass variable”: dial o mando que controla la concentración de vapor de agente halogenado a la salida. Regula la cantidad de gas que pasa por el cortocircuito y la cantidad de gas que pasa por la cámara de vaporización.

Cartuchos electrónicos Aladin de GE/Datex-Ohmeda

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.1 Sistema de aporte de gas fresco:

De inyección directa de agentes volátiles:

Inyección directa de vapor en el circuito cerrado



→ Aparato Zeus:

- El agente se inyecta en forma líquida en una cámara de vaporización calentada con un termostato;
- El vapor se entrega en el circuito cuya turbina reduce la constante de tiempo para poder conseguir en segundos una concentración inhalada igual a la concentración entregada.

→ Aysis™ o el Felix™:

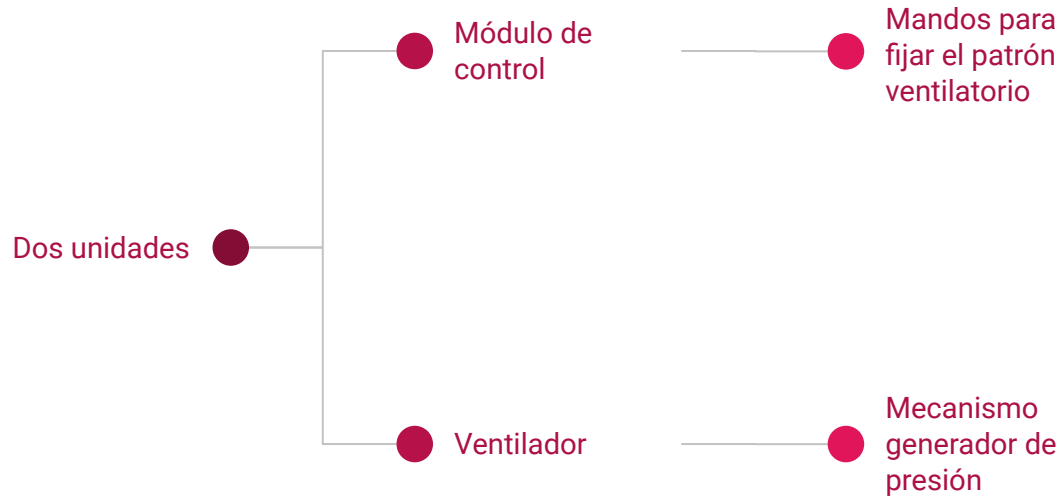
- Sin turbina, el agente anestésico inhalatorio se inyecta en una cámara de mezcla; arrastrado por una concertina.
- El objetivo de concentración se regula en función de la FiO₂ y de la fracción teleespiratoria del halogenado.

3. Vaporizador

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.2. VENTILADORES:

Es una parte integrante de la máquina de anestesia que se acopla al circuito para la aplicación de la ventilación controlada.



2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.2. VENTILADORES:

VENTILADORES QUE READMINISTRAN EL
GAS ESPIRADO:

VENTILADORES QUE NO READMINISTRAN EL
GAS ESPIRADO:

VENTILADORES DE FUNCIÓN
MIXTA:

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.2. VENTILADORES:

VENTILADORES QUE READMINISTRAN EL GAS ESPIRADO:



Mesa de anestesia con circuito circular

1. CIRCUITO ÚNICO

Constan de un **pistón o de un diafragma** en una cámara, accionados por un **motor eléctrico**

Durante la espiración el elemento se distiende por un motor (expansión activa) y se llena de la mezcla formada por los gases espirados por el paciente y por gas fresco; una vez lleno, es comprimido para insuflar al paciente el volumen corriente deseado (desinflado activo).

El respirador de pistón (tipo Primus), el respirador de turbina (tipo Zeus) y, más recientemente, el «reflector de volumen» (Flow-i).

2. CIRCUITO DOBLE

Tienen un **circuito de presurización que acciona un fuelle**.

En inspiración la concertina se comprime por la entrada en la cámara de un gas altamente presurizado (gas motor). Durante la espiración, el fuelle se llena con el gas espirado y el gas fresco.

Inconveniente: gran volumen compresible y elevada compliancia interna (hasta 9 ml/cmH₂O) → No son adecuados para la ventilación de niños (contraindicados con peso < 20 Kg)

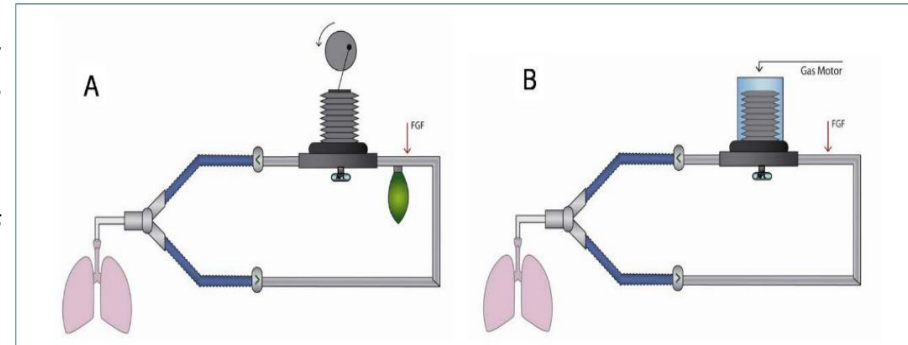


Figura 8. Esquemas generales de los ventiladores de anestesia del tipo circuito único (A) y "doble circuito" (B). Ins y Esp representan el sentido de circulación del gas o el momento en que ésta se produce. 1) y 2) válvulas inspiratoria y espiratoria, respectivamente; 3) válvula de escape de los gases excedentes; 4) absorbedor de CO₂; 5) cámara colectora, representado en ambos casos por concertinas; 6) válvula APL (en la fig. B. no se ha representado); 7) bolsa reservorio, y 8) válvula de aislamiento del balón reservorio.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.2. VENTILADORES:

VENTILADORES QUE NO READMINISTRAN EL GAS ESPIRADO:

- Separación total entre los gases espirados e inspirados por dos segmentos/ramas (válvulas **unidireccionales**)
- La mezcla de gases en el circuito interno se halla a una **Presión > a la atmosférica** (impide recuperar los gases espirados o tomar aire ambiente)
- Ventaja: su compliancia interna es despreciable, siendo muy seguros y sencillos
- Inconveniente: imposibilidad de realizar la técnica de flujos bajos, que exige circuito de reinhalación.
- *Ejemplos: el clásico RPRTM (ATM Pesty), el Servoventilator 900 TM (Siemens) en la versión de anestesia y el ErgotronicTM (Temel).*



2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.2. VENTILADORES:

VENTILADORES DE FUNCIÓN MIXTA:

- Cámara secundaria: se acumulan los gases y agentes anestésicos para ser enviados al paciente
- Cámara primaria: que impulsa los gases acumulados en la secundaria.
- Válvulas **unidireccionales** + cánister de cal sodada + **válvula selectora**

En circuito abierto la válvula selectora no permitirá que el gas espirado atraviese el cánister de cal sodada y todos los gases irán al exterior.

En circuito de bajos flujos la válvula selectora permitirá que parte del gas espirado atraviese el cánister de cal sodada y vuelva al generador para unirse a los gases frescos y participar de nuevo en la ventilación.

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

COMPONENTES

Tubuladuras corrugadas:

Función: conducir las mezclas de gases +/- papel de reservorio.

Estructura: paredes anilladas a modo de refuerzo que impiden su acodamiento.

El diámetro interno de los tubos es de 22 mm y su longitud habitual de 110 - 130 cm → volumen tidal medio de un adulto: 400-450 ml / 100 cm. de longitud.

Esta capacidad se utiliza para que sirvan de reservorio de gas fresco en circuitos sin absorbedor de CO₂, para evitar la reinhalación.

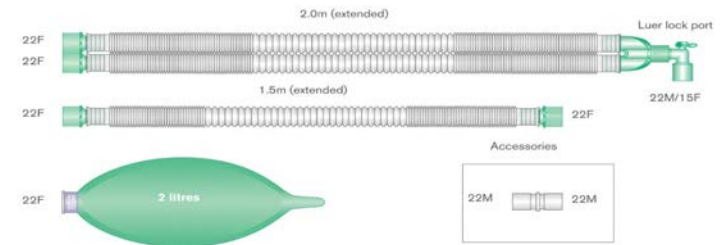
Pueden ser flexo-extensibles o no → chequeo con la extensión que se vaya a utilizar (especialmente en niños).

Bolsa reservorio

Función: Recoge el flujo de gas fresco que penetra en el circuito anestésico. En los circuitos circulares recoge una fracción de los gases espirados.

Sirve para asistir o controlar la ventilación manual y permite la ventilación espontánea.

Estructura: El tamaño estándar para un paciente adulto es de 2 litros (6 - 0,5 L).



2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:



COMPONENTES

Válvulas

Válvula APL (Adjustable Pressure Limiting Valve) / de escape regulable, de Heidbrink, de Waters, de sobrepresión, de sobreflujo ó válvula pop-off:

Función: dejar pasar a la atmósfera la totalidad (ventiladores adaptados a anestesia) o una parte del gas espirado (en mesas con circuito circular). Se abre a una presión regulable entre 0,5 y 80 cmH₂O (presión de apertura) y deja salir el gas cuando la presión en el circuito sobrepasa dicho valor.

Ventilación espontánea: Válvula **abierta** → 0,5 - 3 cmH₂O para un flujo de gas de 0,3 L/min

→ 1 - 5cmH₂O para un flujo de 30 L/min

La fuga solo se produce al final de la **espiración**: ↓flujo de gas fresco + válvula cerrada → no dejamos espirar

La Presión debe ser mayor a la de la bolsa reservorio

Ventilación manual: Válvula **parcialmente** abierta

La fuga se produce al final de la **inspiración**

Ventilación controlada: La válvula sólo se abre en la espiración a una presión fija de 2 cmH₂O → PEEP en circuitos circulares

Se recomienda dejar esta válvula abierta para evitar barotraumatismo con la ventilación espontánea

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

COMPONENTES

Válvulas

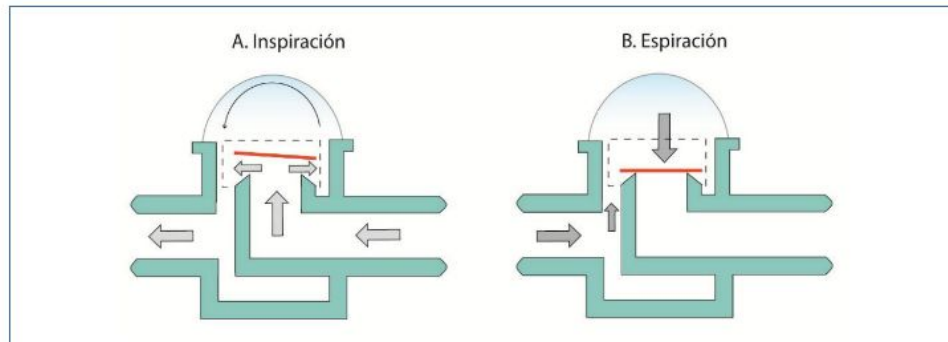
Válvulas unidireccionales inspiratoria y espiratoria:

Con circuito circular tienen la función de asegurar el sentido circular (unidireccional) de los gases.

Dos válvulas: una al inicio de la rama inspiratoria y otra al final de la rama espiratoria, ambas cercanas a la mesa.

Suelen tener movimiento pasivo, abriéndose o cerrándose por gradiente de presión.

Las más utilizadas son las de cúpula, con disco móvil de plástico tipo polipropileno. El defecto de funcionamiento más grave es la falta de oclusión de la válvula por un cuerpo extraño, electricidad estática, o por un exceso de humedad.



2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:



COMPONENTES

Absorbedor de CO2

circulares en los que se busca la reutilización de los gases

Estructura: recipiente ("canister") relleno de cal sodada (hidróxido de calcio, sodio y potasio) o baritada (hidróxido de calcio y bario). La baritada desdobra el desfluroano a monóxido de carbono con riesgo de intoxicación.

Se agregan indicadores para avisar de la saturación del absorbente sin afectar a las reacciones químicas. OJO! se pueden crear canales internos de baja resistencia y dejar de ser funcional a pesar de no ver el cambio de color.

Lugar:

→ Rama inspiratoria: el gas que lo atraviesa (mezcla de gas fresco y gas espirado) contiene menos CO2 que cuando se sitúa en la rama espiratoria (gas espirado) lo que aumenta la duración del absorbente.

Si la entrada de FGF está antes del recipiente el oxígeno puede desecar el absorbente y condicionar:

- 1) Disminución de su actividad;
- 2) Reaccionar con anestésicos inhalatorios y producir concentraciones clínicamente significativas de monóxido de carbono (CO) y Trifluorometano;
- 3) Fuego

Conectores, empalmes y adaptadores

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

TIPOS

FGF

FLUJOS ALTOS	FLUJOS BAJOS	FLUJOS MÍNIMOS	CERRADO
Volumen minuto del paciente	1-3 L/min	0.5 L/min	Captación de gases del paciente

ABSORBEDORES DE CO2

1) sin reinhalación

2) con reinhalación sin sistemas de absorción de CO2 (circuitos de Mapleson)

3) con reinhalación y absorción de CO2 (circuito circular).

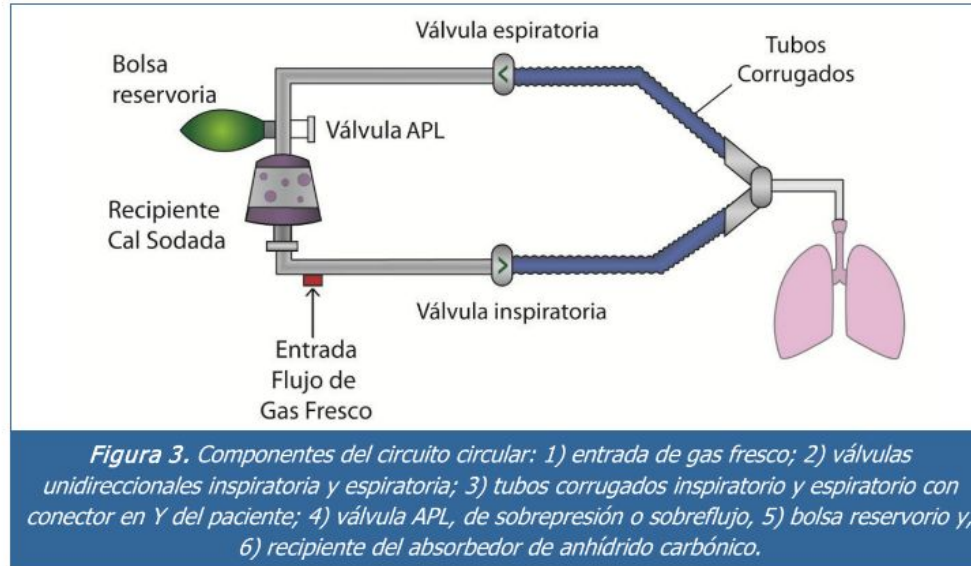
2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

TIPOS

Con reinhalación y absorción de CO₂ (circuito circular, unidireccional):

El más frecuente.



Inconvenientes:

Complejidad (desconexión y fugas).

Cambiar la cal sodada

Riesgo de transmisión de infecciones respiratorias (acción bactericida de la cal sodada)

Acúmulo de sustancias indeseables (N₂, CO en fumadores; acetona, metilmercaptanos, alcohol y metano en coma diabético, hepático, intoxicación etílica y obstrucción intestinal).

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

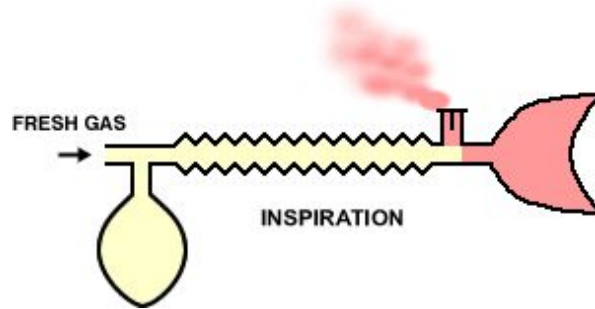
2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

TIPOS

Con reinhalación y sin absorción de CO₂ (circuitos de Mapleson):

Formados por una entrada de gas fresco + bolsa reservorio + válvula espiratoria o de escape + tubo corrugados con la conexión al paciente

Ausencia de separación entre el gas inspirado y espirado → **reinhalación parcial** (mayor cuando el flujo del gas fresco es bajo y/o la ventilación minuto es elevada)



Desventajas:

Elevado consumo de gas fresco para evitar reinhalación significativa de CO₂

Importante pérdida de calor y agua

Ventajas:

Muy sencillos, ligeros y con mínimas conexiones.

Usos:

Circuitos secundarios para facilitar la ventilación espontánea y manual (inicio y fin del proceso anestésico), en lugares alejados del quirófano (salas de endoscopias, Radiología..)

2. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE ANESTESIA

2.3. CIRCUITO ANESTÉSICO:

TIPOS

Sin reinhalación de gases espirados:

1. Válvula de no reinhalación:

Bolsa reservorio + fuente de gas fresco + válvula de no reinhalación

Dirigen el gas fresco a las vías aéreas separándolo del gas espirado, que es vertido al aire ambiente.

Permiten la ventilación espontánea, manual y controlada.

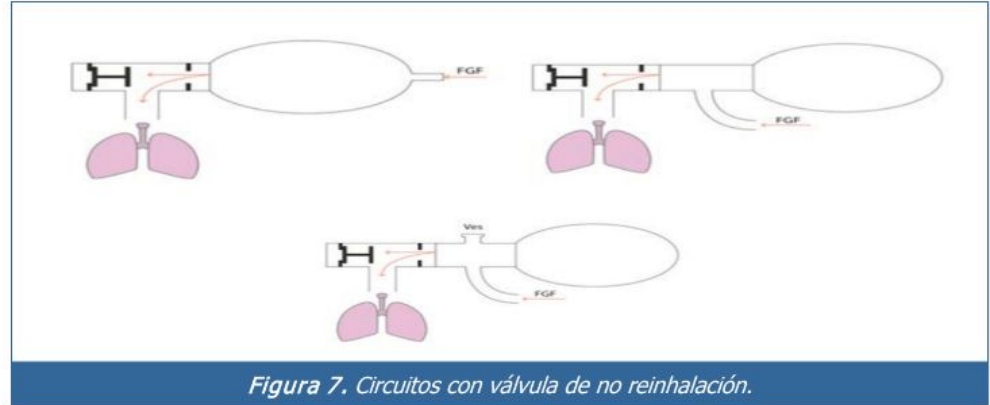


Figura 7. Circuitos con válvula de no reinhalación.

2. Válvulas unidireccionales (ventiladores adaptados a anestesia)

Ventajas:

Se inhala una mezcla gaseosa que no contiene gas espirado
→ composición constante y conocida = mezcla de gas fresco.

Inconvenientes:

Elevado consumo de gases frescos.

Gases fríos y secos → pérdida de calor y agua.

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS APARATOS DE ANESTESIA:

3.1. VOLUMEN DEL CIRCUITO CIRCULAR:

→ Es la suma del volumen de todos sus componentes

Velocidad con la que se alcanza una composición deseada del gas inspirado (mezcla):

1. volumen interno del circuito (gas espirado reinhalado)
2. flujo de gas fresco



CONSTANTE DE TIEMPO (Volumen/flujo)

↑ Velocidad: ↓ volumen del aparato y ↑ flujo de gas fresco

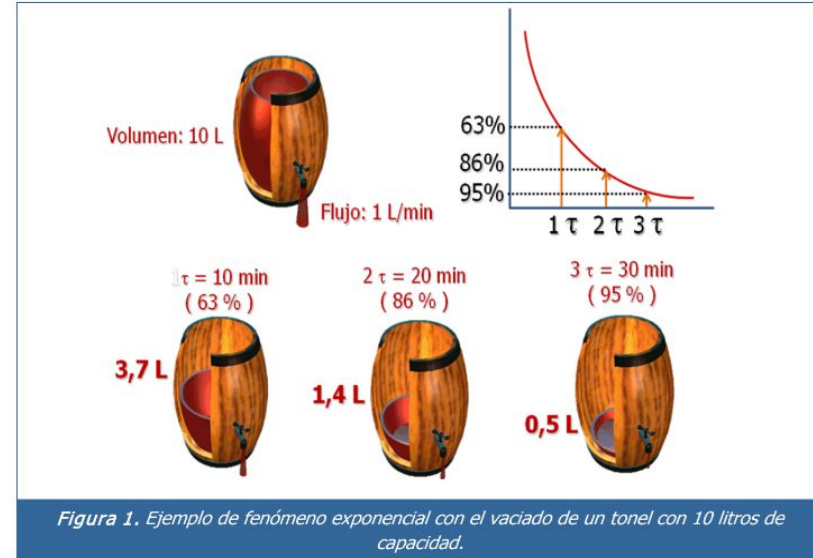
Es un proceso exponencial: ↓ la velocidad a medida que avanza el proceso

Se necesitan 3 CT para finalizar (> si añadimos líquido)



- Circuitos circulares: el fenómeno de mezcla se rige por los mismos principios.
- El tiempo total que tarda en conseguirse cualquier variación es equivalente a 3 veces la constante de tiempo del circuito:

Volumen total del sistema (volumen del circuito más capacidad residual funcional del paciente) / FGF aportado



PARA ACORTAR LA CONSTANTE DE TIEMPO, LA SOLUCIÓN ES SUBIR EL FGF

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS APARATOS DE ANESTESIA: 3.2. COMPRESIBILIDAD DEL CIRCUITO / COMPLIANZA INTERNA:

Volumen/Presión

Volumen que se comprime en su interior por cada cmH₂O de aumento de presión

A mayor compresibilidad o a **mayor presión al final de la inspiración (P meseta), mayor es el volumen que queda retenido en el sistema**



Reducción inadvertida del VT entregado → hipoventilación



Compensación de la complianza interna → Conocida la CI, al medir las presiones meseta alcanzadas durante la ventilación, aumenta el volumen entregado, de modo que llegue al paciente el volumen corriente programado

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS APARATOS DE ANESTESIA:

3.3. RESISTENCIA DEL CIRCUITO:

1

La presión mínima que permite la circulación de un flujo determinado de gas



la PEEP de los aparatos de anestesia:
2-4 cmH₂O

2

Resistencia friccional



Resistencia al paso del gas → leyes físicas del flujo laminar y flujo turbulento
Depende del calibre interior, la disposición de los componentes, y del flujo de gas

3

Válvula PEEP



Resistencia ajustable
Presión residual al final de la espiración



TOP

Resistencia espiratoria suficiente para no frenar la salida libre del gas espirado y generar una PEEP no ajustada

Resistencia inspiratoria lo más baja posible para minimizar el trabajo respiratorio en ventilación espontánea o minimizar el esfuerzo de desencadenamiento del trigger en soportes asistidos.

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS APARATOS DE ANESTESIA:

3.4. EFICACIA DEL CIRCUITO: Coeficiente de utilización del gas fresco

- ❖ La relación entre el volumen de gas fresco que entra a los pulmones respecto del volumen total de gas fresco que entra en el circuito (%)
- ❖ Situación ideal $\rightarrow = 100\%$
- ❖ La eficacia del circuito mejora con el uso de flujos bajos

3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS GASES EN EL CIRCUITO CIRCULAR:

ANESTESIA CON FLUJOS ALTOS	ANESTESIA CON FLUJOS BAJOS
<p>La concentración del anestésico procedente del vaporizador (FV) y la concentración inspiratoria (FI) son iguales</p> <p>Únicamente la solubilidad del anestésico la que determina su captación por los tejidos y la que influye el cociente entre la FV/FI</p>	<p>El factor que influye en la relación FV/FI es el flujo de gas fresco</p> <p>Durante una anestesia con flujos bajos, la FI del anestésico será la resultante de la mezcla de la concentración de anestésico que se reinhala y de la concentración del vaporizador (FV)</p>

TÉCNICA DE FLUJOS BAJOS Y MÍNIMOS CON NO₂:

1. Preoxigenar → con O₂ de alto flujo desnitrogenamos un 95% en 3 min.
2. FGF alto (>6L) durante 5 min mínimo (3 CT)--> lavamos todo el nitrógeno del circuito y se alcanza la profundidad anestésica deseada (elevada captación de gases por el paciente).
3. Reducir el FGF a 1L con 500ml NO₂ y 500ml O₂ durante 15 min para la impregnación completa de todas las vísceras con NO₂.
4. Reducir el FGF a 300ml O₂ y 200ml NO₂. Nunca FGF de NO₂ > O₂ (el volumen espirado que se vuelve a unir al inspirado sería pobre en O₂).

Los primeros 30-45 min la concentración inspiratoria de O₂ aumenta (efecto segundo gas), **para ir disminuyendo lentamente de forma constante** por el descenso constante de la captación de N₂O por los tejidos.

5. En la educción cerrar el NO₂ y abrir el O₂ al 100% unos minutos antes para evitar la hipoxia transitoria por elevada difusión del NO₂ desde los tejidos a los alveolos (hipoxia dilucional).

El manejo de los gases halogenados dependerá del % exhalado. La única forma de modificarlo es abriendo o cerrando el vaporizador.



3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS GASES EN EL CIRCUITO CIRCULAR:



TÉCNICA DE FLUJOS BAJOS Y MÍNIMOS SIN NO₂:

Nos permite:

- Iniciar la anestesia con bajos flujos desde el principio sin comprometer la PAO₂ → La **captación de O₂ será siempre constante e inferior al FGF administrado.**
- Si se desea anestesia inhalatoria con bajos flujos inicialmente, debemos cebar el sistema.

LA IMPORTANCIA DEL FLUJO DE GAS FRESCO EN EL RENDIMIENTO DEL VAPORIZADOR DE ANESTÉSICO INHALATORIO:

→ Los vaporizadores están calibrados para aportar una concentración de gas estable a unos determinados flujos.

→ Suelen estar calibrados para flujos entre 0,2 y 10 l/min, con un rendimiento casi lineal cuando se solicitan concentraciones entre 3% y 12% de anestésico.

→ Flujos < 250 ml/min ofrecen una concentración menor que la que marca el dial.

→ Flujos > 10 L/min la cámara de vaporización no puede dar un rendimiento óptimo.

4. ELECTRÓNICA:



MONITOR ELECTRÓNICO:

- Monitor con pantalla táctil
- Actúa como módulo de control → mandos para fijar y ajustar el patrón ventilatorio
- Se representan las presiones y volúmenes medidos



Los **vaporizadores de inyección directa** habitualmente están controlados electrónicamente

5. RESUMEN y CONCLUSIONES:

- Sistema de aporte de gases frescos



Recibe el gas de la red hospitalaria de distribución y genera una mezcla de gas que introduce a un flujo determinado

- Circuito anestésico



El gas es entregado al paciente por medio de una presión que cíclicamente proporciona el ventilador

- Ventilador (generador de presión positiva)

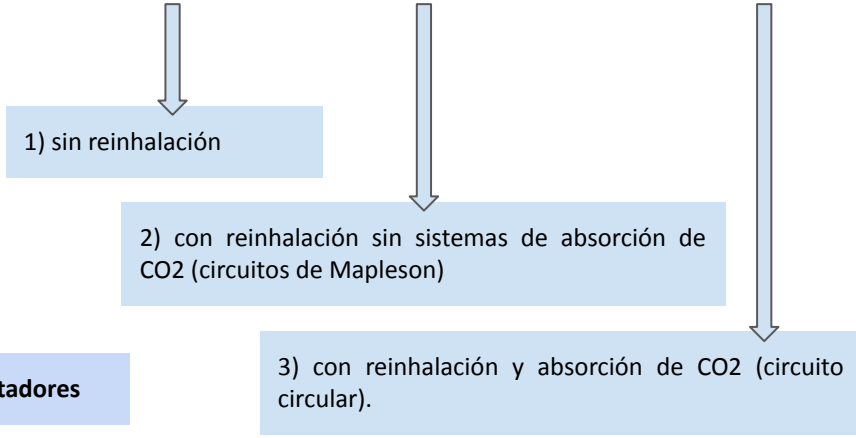
1. Fuente de suministro 2. Caudalímetro 3. Vaporizador

- De flotador o rotámetro
- De paleta o de Gauthier
- Electrónicos

Cortocircuito o de bypass variables Inyección directa de agentes volátiles

Tubuladuras corrugadas
 Bolsa reservorio
 Absorbedor de CO2
 Válvulas:
 APL
 Unidireccionales
 Conectores, empalmes y adaptadores

ABSORBEDORES DE CO2



VENTILADORES DE FUNCIÓN MIXTA

VENTILADORES QUE NO READMINISTRAN EL GAS ESPIRADO

VENTILADORES QUE READMINISTRAN EL GAS ESPIRADO

- Circuito único
- Doble circuito

5. RESUMEN y CONCLUSIONES:



- Un ventilador está compuesto por un sistema de aporte de gases frescos, el ventilador propiamente dicho y el circuito anestésico.
- Los vaporizadores más utilizados son los de by-pass variable.
- Los vaporizadores de inyección directa son los utilizados en los circuitos cerrados.
- El circuito anestésico consta de diferentes componentes: tubos corrugados, válvula APL, bolsa reservorio, válvulas unidireccionales y absorbedor de CO₂.
- Existen diferentes tipos de circuitos anestésicos: con reinhalación de gases espirados y absorbedor de CO₂ (circuitos circulares), con reinhalación de gases espirados pero sin absorbedor de CO₂, y sin reinhalación de gases espirados.
- Trabajar con flujos bajos tiene una serie de ventajas, pero también de inconvenientes, entre los cuales destaca la posibilidad de acumulación de sustancias tóxicas en determinadas situaciones, lo que hace necesario la purga periódica del sistema con flujos altos.
- La presencia de un analizador de O₂ es indispensable en circuitos circulares, ya que cuanto más escasa es la cantidad de FGF, la FiO₂ es inferior a la de la mezcla de gas fresco que penetra en el sistema.
- Es necesario el empleo de un capnógrafo, pues permite detectar una hipercapnia debida a un fallo del circuito o al agotamiento de la cal y de un analizador de anestésicos halogenados.

5. RESUMEN y CONCLUSIONES:



- **Los ventiladores que readministran los gases espirados** requieren de un circuito circular y permiten realizar ventilación con flujos bajos, lo que los hace idóneos para los **procedimientos anestésicos**. Dentro de este tipo encontramos ventiladores de circuito único o de circuito doble.
- **Los ventiladores que no readministran los gases espirados** son ventiladores con escasa compliancia interna, muy seguros y sencillos. Por el contrario, se hace imposible utilizar ventilación de flujos bajos, siendo más utilizados en **las UCI**.

Por lo tanto, podemos decir que en general los ventiladores diseñados para UCI no permiten la reinhalación de los gases espirados, mientras que los ventiladores para la anestesia en quirófano sí.

- El circuito circular es el más utilizado en los respiradores de anestesia, ya que permite la reinhalación de los gases espirados y ofrece la posibilidad de trabajar con flujos bajos. Requiere de un circuito circular hermético y exento de fugas.



BIBLIOGRAFÍA

1. Kacmarek R HD. Basic principles of ventilator machinery. In: Principles and practice of mechanical ventilation. 1994. p. 65–111.
2. Dräger H. Das Werden des Pulmators. Drägerhefte. 1917;57(58):495 – 496.
3. Gorini M, Villella G, Ginanni R, Augustynen A, Tozzi D, Corrado A. Effect of assist negative pressure ventilation by microprocessor based iron lung on breathing effort. Thorax. 2002;57(3):258–62.
4. Gómez SC. Efecto de la ventilación con presión negativa en pacientes con epoc. Rev La Asoc Neumólogos Del Sur. 1993;5:3–9.
5. Díaz Lobato S, Mayoralas Alises S. La ventilación mecánica no invasiva moderna cumple 25 años. Arch Bronconeumol. 2013;49(11):475–9.
6. Takeuchi M, Williams P, Hess D, Kacmarek R. Continuous positive airway pressure in new generation mechanical ventilators: a lung model study. Anesthesiology. 2002; 96: 162–172.
7. Richard JC, Carlucci A, Breton L, Langlais N, Jaber S, Maggiore S, et al. Bench testing of pressure support ventilation with three different generations of ventilators. Intensive Care Med. 2002; 28: 1049-1057.
8. Chatmongkolchart S, Williams P, Hess D, Kacmarek R. Evaluation of inspiratory time rise and inspiration termination criteria in new-generation mechanical ventilators: a lung model study. Respir Care. 2001; 46: 666–677.
9. F. Javier Belda, Marina Soro, Carlos Ferrando. Apoyo respiratorio y ventilación mecánica en anestesia y cuidados intensivos. 2018. Berri. ISBN: 9788417046590.





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



Servicio de Anestesia,
Reanimación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

RESPIRADORES: Mecánica y electrónica del aparato de anestesia. -tipos de respiradores (anestesia, transporte, intensivos, etc) y tipos de circuitos.

Dr Jaume Puig (FEA)

Dra María Gallego (MIR)

Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consortio Hospital General Universitario de Valencia

