



RESPIRADORES:

Chequeo automático y manual -consideraciones sobre las guías, recomendaciones y protocolos.

Fallos y errores más frecuentes -humanos y técnicos-, solución de problemas.

Dra. Nieves Saiz Sapena (FAE)

MIR Violeta Pérez Marí (R2)

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**

Z-Z-Z





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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

Generalidades del ventilador



Mezclar **gases respiratorios y anestésicos** de manera precisa, dispensarlos al paciente.



Ventilar a los pacientes mediante presión positiva, **eliminar** los gases residuales.



Monitorizar la función respiratoria y del propio respirador.





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



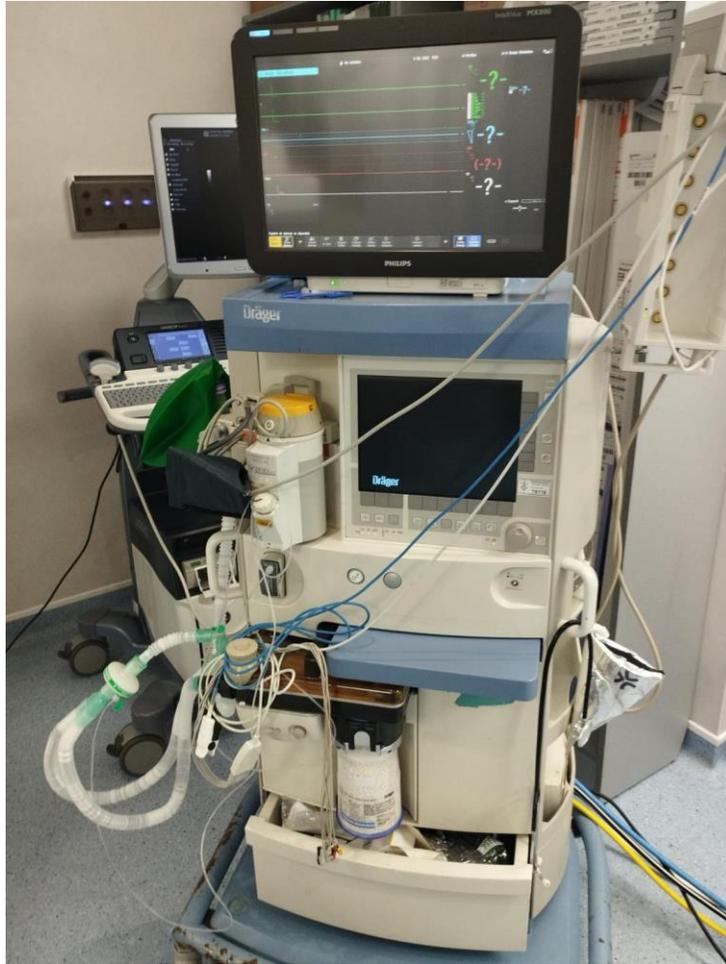
**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



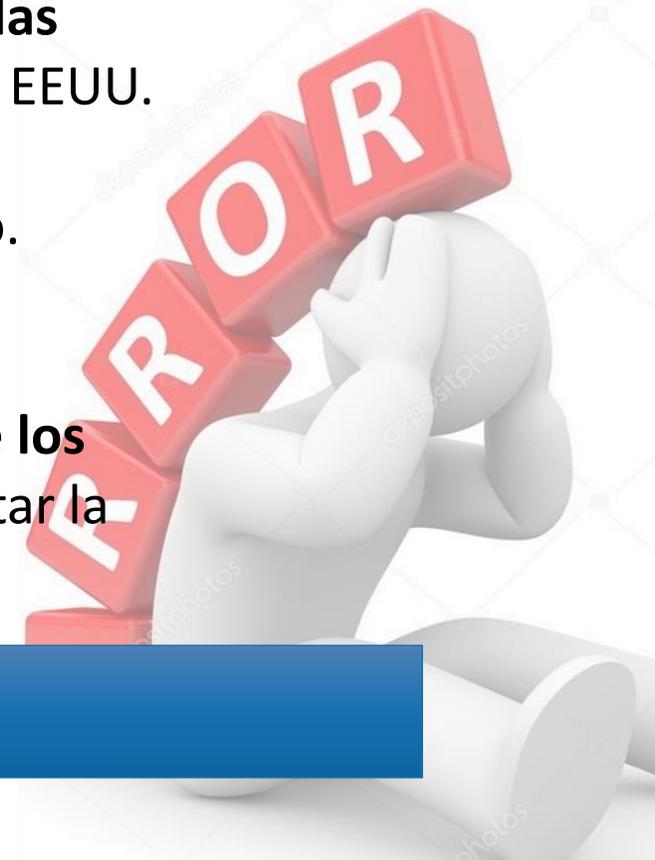
El mal uso o funcionamiento del respirador y sus monitores integrados ha sido citada como la causa **del 1 al 2 por ciento de las demandas judiciales** cerradas que involucran personal de anestesiología en EEUU.



El **mal uso** es de 3 a 5 más frecuente que propio fallo del equipo.



Diversos estudios apuntan a que el **cumplimiento meticuloso de los protocolos de chequeo y verificación** del respirador podrían evitar la mayoría de los incidentes crítico.



¿Lo estamos haciendo bien?



CONSORCIO
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARIO
VALENCIA

Dräger



Departamento de Anestesia,
Sedación y Tratamiento del Dolor
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO VALENCIA

80 kg 20-Sep-2022 ALARM Fecha de mantenimiento alcanzada
RESET
185 cm 8:36
Adulto 32 años Perseus

El sistema está operativo con limitaciones.

Estado del sistema Detalles...

- ▲ Monitorización de las vías resp. (O₂)
- ▲ Monitorización de las vías resp. (CO₂)
- ▲ Monitoriz. vías resp. (agente, N₂O)

Chequeo recomendado Chequeo del sistema

Configuración de gas fresco

% GF O ₂	50	%
Flujo GF	8.00	L/min
Gas portador	Aire	

Inicio rápido MANSPON

En espera

Pulse "Iniciar..." y confirme para empezar.

Alarmas...
Exportar capt. pantalla
Tendencias/ Datos...
Configuración sistema...
Chequeo...
Iniciar...



SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022



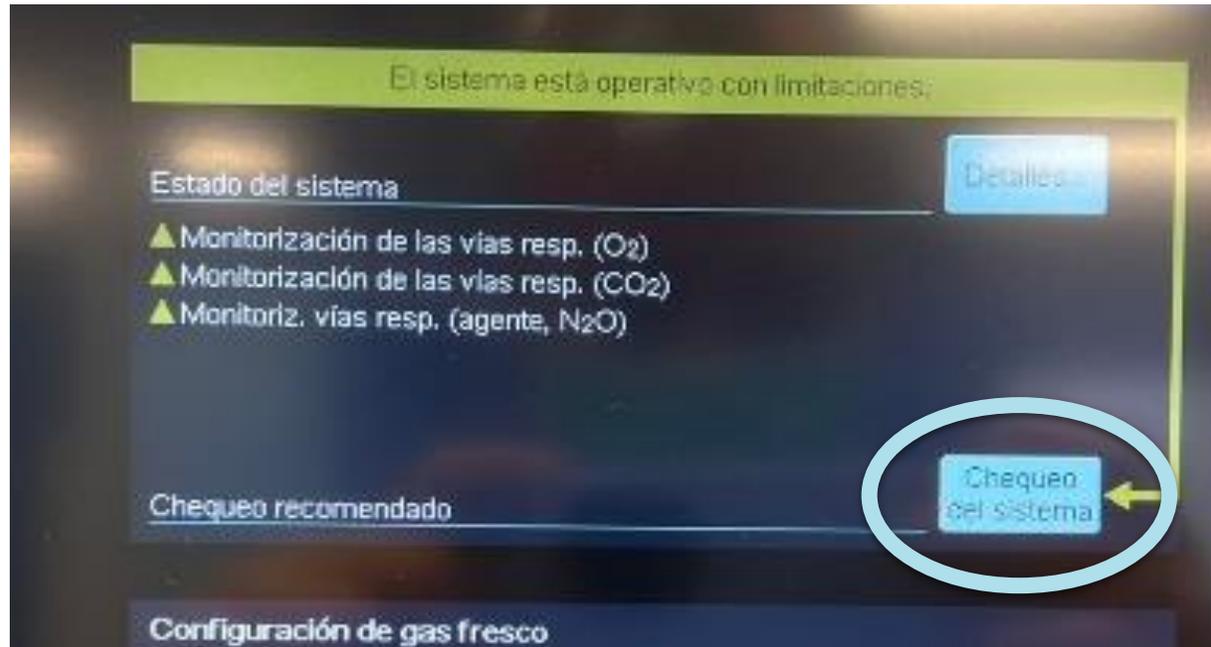
El sistema está totalmente operativo

El sistema está operativo con limitaciones

El sistema no está operativo. Llame al personal de servicio.

El sistema no se ha probado.

El sistema está operativo con limitaciones



- Las irregularidades más significativas.
- **Recomendará un test específico como solución.**





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



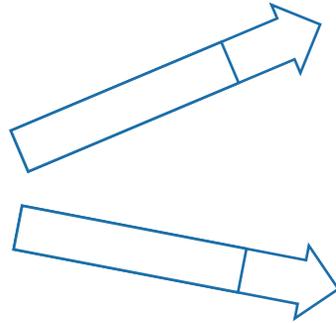
Recomendaciones ASA

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



RECOMENDACIONES ASA

14



ANESTESIOLOGO RESPONSABLE



EQUIPO ENFERMERIA



RECOMENDACIONES ASA

DIARIAMENTE o DEPUÉS DE MOVILIZAR EL VENTILADOR y/o CAMBIAR LOS VAPORIZADORES

1. Comprobar **oxígeno suplementario** y dispositivo de **ventilación manual accesorio (AMBÚ)** están disponibles y funcionantes.
2. Comprobar **aspiración** adecuada.
3. Encender el ventilador y confirmar su conexión a la corriente eléctrica. ★
4. Verificar disponibilidad de **monitores** necesarios, incluyendo **alarmas**.
5. Verificar que la **presión de las tuberías de gas** es mayor o igual a 50psig.
6. Comprobar que los **vaporizadores** están correctamente rellenos y cerrados.
7. Verificar que no haya **fugas** en las líneas de gas entre los flujómetros y la salida de gas común. ★



RECOMENDACIONES ASA

DIARIAMENTE o DEPÚES DE MOILIZAR EL VENTILADOR y/o CAMBIAR LOS VAPORIZADORES

8. Comprobar las funciones **de eliminación de gases.** ★

9. Calibrar, o verificar la **calibración, del oxígeno** y comprobar la alarma de baja FiO₂. ★

10. Comprobar que el **absorbente de dióxido de carbono** está en buen estado.

11. Realizar **test de presión y de fugas.** ★

12. Comprobar que los gases fluyen de manera adecuada por el sistema tanto en la inspiración como expiración (**ciclado del respirador**). ★

13. Documentar la realización de la **check list.**

14. **Confirmar los ajustes ventilatorios deseados** para el paciente.



Recomendaciones ASA

PREVIO A CADA PACIENTE

2. Comprobar **aspiración** adecuada.
4. Verificar disponibilidad de **monitores** necesarios, incluyendo **alarmas**.
6. Comprobar que los vaporizadores están correctamente rellenos y cerrados.
10. Comprobar que el **absorbente de dióxido de carbono** está en buen estado.
11. Realizar **test de presión y de fugas**. ★
12. Comprobar que los gases fluyen de manera adecuada por el sistema tanto en la inspiración como espiración (**ciclado del respirador**). ★
13. Documentar la realización de la **check list**.
14. Confirmar los **ajustes ventilatorios** deseados para el paciente

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



Se realizan de manera automática con el
chequeo del respirador

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



EUROPEAN SAFETY FOUNDATION

European Society of Anaesthesiology **ESA**

Inspección Visual

Daño?

Sello de aprobación?

Conexiones

- Encendido
- Vapor-Succión/aspiración
- Gases
- Gas-cilindros

Tubuladuras

verificado

verificado

ajustadas

verificado





EUROPEAN SAFETY FOUNDATION

Comprobación de componentes

Balón de ventilación manual/independiente

disponible

Suministro de gas

verificado

- Presión en suministro de gas central
- Presión en cilindros de gas
- Flujo de oxígeno

Adsorbente de CO₂

verificado

- Fecha en que se rellenó por última vez
- Correctamente montado
- Color-indicador

Vaporizador

verificado

- Puesta a cero
- Nivel de llenado
- Encendido (*de ser necesario*)
- Correctamente montado
- Reservorio de llenado cerrado

Succión/Aspiración

verificado

Comprobación de Dispositivos

Comprobación automática disponible:

→ realizar

Comprobación automática NO disponible:

→ comprobación manual





Chequeo automático

DIARIAMENTE



- Calibración de todas las válvulas y sensores.
- Chequeo de todas las funciones del dispositivo.
- Incluye la prueba de fugas.

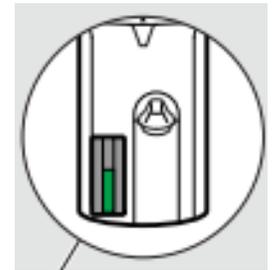
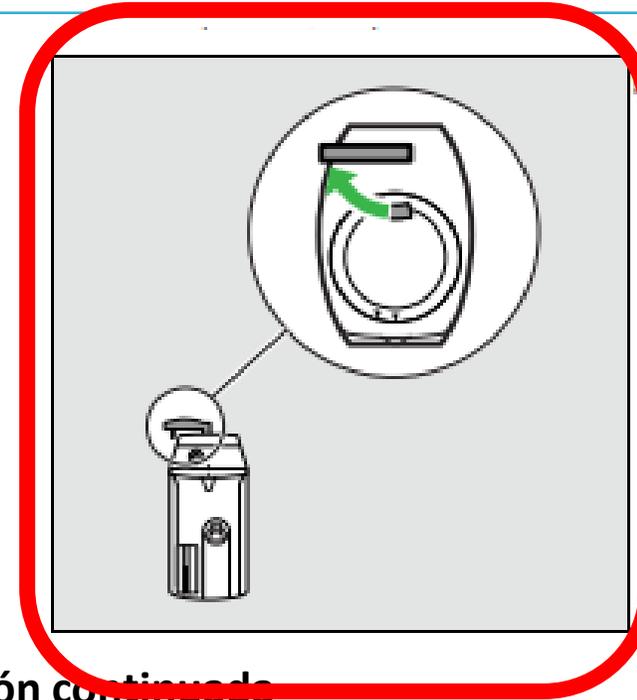
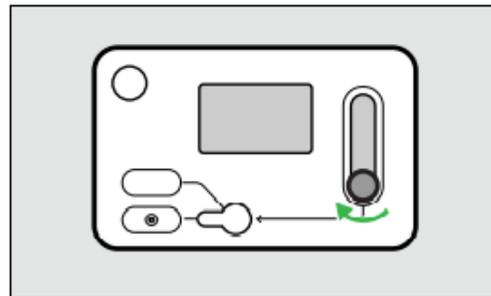
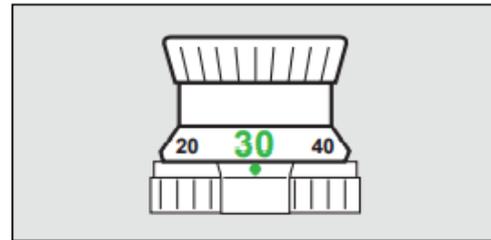
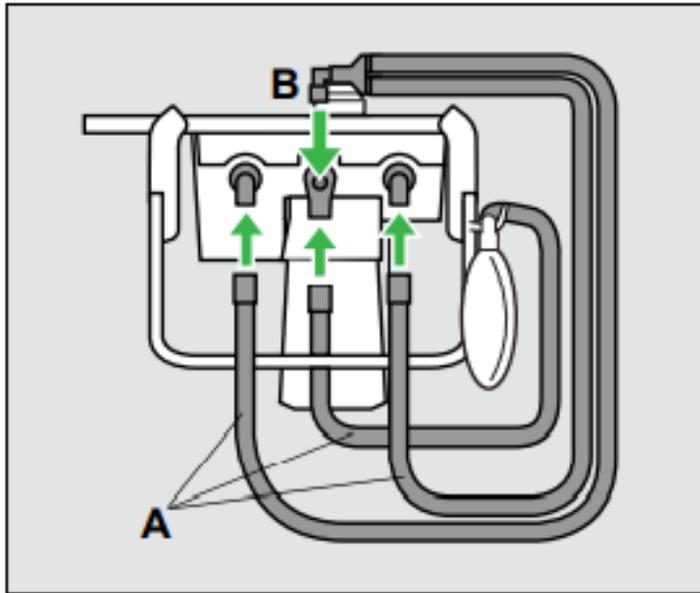
8 min

Chequeo automático

DIARIAMENTE

REQUISITOS PREVIOS

Suministro central de O₂ o suministro central de aire y el sistema de recepción está correctamente conectado.





Chequeo automático

DIARIAMENTE



Dräger

80 kg 20-Sep-2022 ALARM Fecha de mantenimiento alcanzada
185 cm 8:36 RESET
Adulto 32 años Perseus

El sistema está operativo con limitaciones.

Estado del sistema **Detalles...**

- ▲ Monitorización de las vías resp. (O₂)
- ▲ Monitorización de las vías resp. (CO₂)
- ▲ Monitoriz. vías resp. (agente, N₂O)

Chequeo recomendado **Chequeo del sistema**

Configuración de gas fresco

% GF O ₂	50	%
Flujo GF	8.00	L/min
Gas portador	Aire	

Inicio rápido MAN/SPON

En espera
Pulse "Iniciar..." y confirme para empezar.

Alarmas...
Exportar capt. pantalla
Tendencias/ Datos...
Configuración sistema
Chequeo...
Iniciar...

Chequeo manual

Comprobación Manual

Rotámetros

flujo verificado

Controlador de relación O₂ / mecanismo de enlace

verificado

Test de fugas del sistema ventilatorio

verificado

- a 30 mbar de fuga < 150 ml/min

Flujo libre de oxígeno a través de las tubuladuras,

(incl. Filtro, extensión, pieza angular etc.)

verificado

Ventilación manual en pulmón de prueba

verificado

- Funcionamiento de la válvula
- Válvula APL
- Conexión correcta de las tubuladuras

Ventilación automática en pulmón de prueba

verificado

- Funcionamiento
- Fugas
- Presión máxima

Ajuste estándar (*alarmas*)

verificado



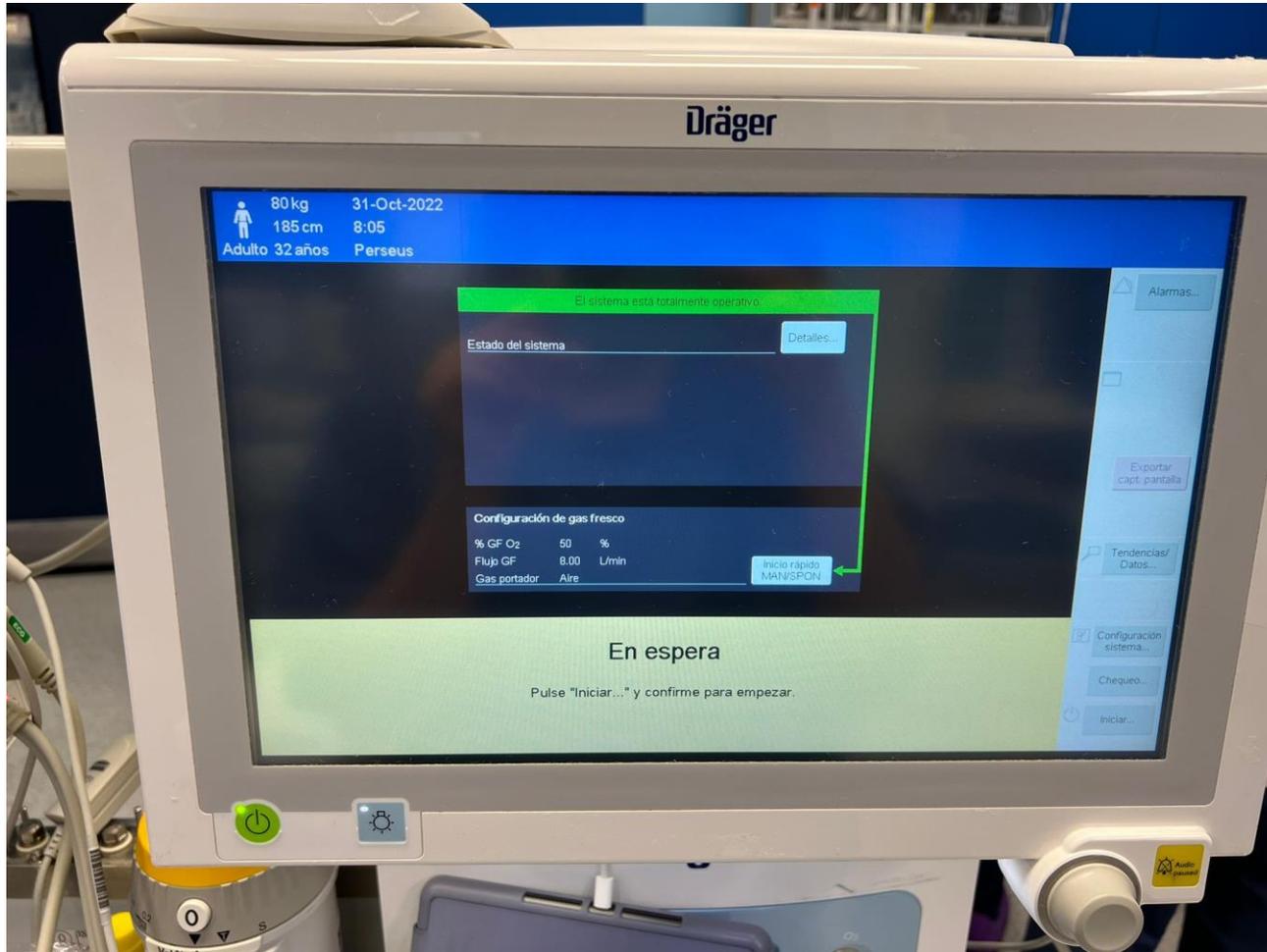


Caso Clínico 1



- Primer paciente del parte.
- Se realiza Check-list previo del respirador.
- Se procede a chequeo automático del ventilador.





- Se procede a inducción anestésica e IOT, previa comprobación adecuada de ventilación manual.
- Se procede a conexión a ventilación controlada y posicionamiento del paciente.



Tras finalizar el tiempo quirúrgico, se procede a cambiar el tipo de ventilación manual/espontánea, para extubación.

En este momento el paciente no presenta ventilación espontánea por lo que se decide, ventilación manual cerrando la válvula APL a 20 cmH₂O.

En el intento de insuflar, la bolsa reservorio, se vacía inmediatamente, sin posibilidad de ventilar al paciente



Se vuelve a pasar el paciente a controlada sin problemas en la ventilación y se repite el procedimiento de volver a pasar a manual/espontánea, encontrándonos con el mismo problema.

Dado que se había realizado correctamente el check-list, sabemos que disponemos, de un Ambú, con el que se ventila al paciente manualmente sin incidencias, este recupera la espontánea y se procede a extubación sin problemas.



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



Chequeo de fugas

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



Chequeo de fugas

Dräger

2 min

- Después de **llenar el absorbedor de CO₂**.
- Después de **cambiar la configuración de los tubos** (p. ej., cambio de tubos, longitudes de los tubos extensibles modificadas, etc.).
- Después de **sustituir el sistema paciente**.
- Después de **sustituir los sensores de flujo**.

Asistente de fugas

- Después de producirse **problemas de fugas** durante los chequeos automáticos.
- En caso de sospecharse la existencia de una fuga en el **sistema paciente** o en el **circuito respiratorio**.
- Si se sospecha de una **fuga en el vaporizador**.
- En caso de utilizarse circuitos respiratorios coaxiales.



Asistente de fugas

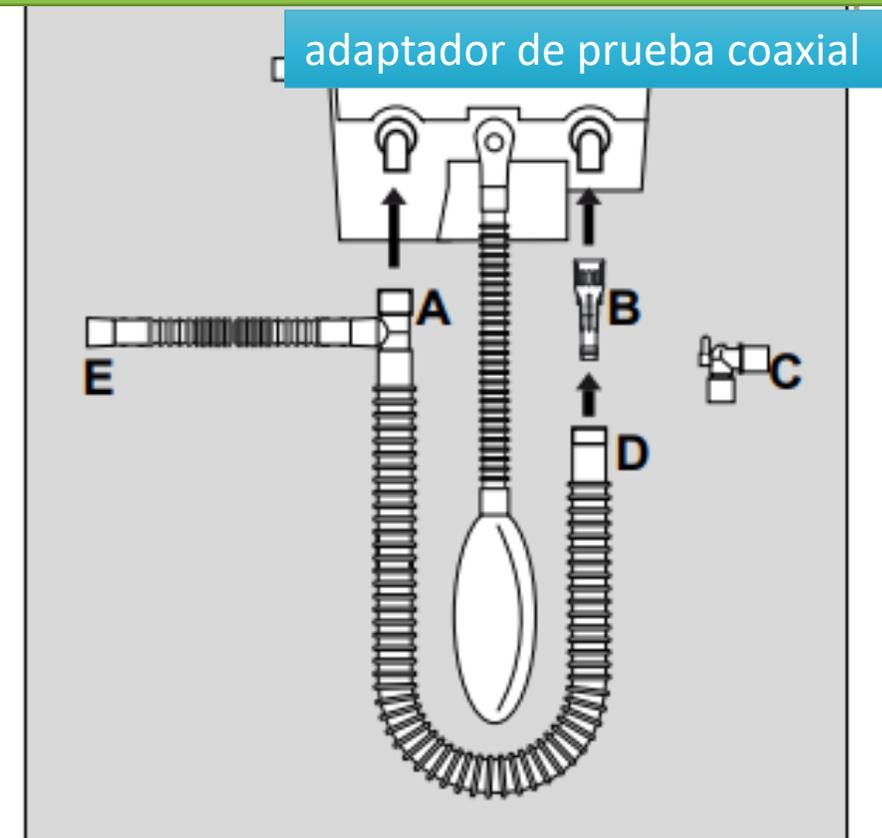
Fugas en un vaporizador

1. Pulse el botón Iniciar:

- Espere hasta que el valor de fuga sea estable. Memorice el valor.
- Ajuste la concentración de gas anestésico del vaporizador a $>0,2$ Vol% (>2 Vol% para desflurano).
- Espere hasta que el valor de fuga sea estable. Memorice el valor.
- Si los dos valores difieren entre sí en más de 50 mL/min, compruebe si existen fugas en el vaporizador y en el puerto del vaporizador.
- Ajuste la concentración de gas anestésico a 0 Vol%.

2. Pulse el botón OK para volver a la visualización de los chequeos disponibles.

Fugas en una tubuladura respiratoria coaxial



Fugas

Posibles causas

- El absorbedor de **CO2**.
- La válvula **APL**.
- La **bolsa reservorio**, los tubos respiratorios, la pieza en Y o el filtro antimicrobiano.
- El brazo flexible para la bolsa reservorio (opcional)
- El anillo de sellado está sucio o dañado.
- La **trampa de agua**.
- La línea de muestra.

Localización sistemática

- Chequeo de fugas.
- Asistente de fugas.
- Revisión sistemática puntos de posible causa.

Prevención

- La mayoría de nuestros ventiladores en sus pruebas incluyen el **testeo** para fugas.
- Ocluyendo la pieza en Y y presurizando el sistema con la bolsa reservorio conectada podríamos detectar grandes fugas >100ml.

Diagnóstico

- Grandes fugas se pueden evidenciar con una bolsa reservorio vacía o la imposibilidad de ventilar adecuadamente a un paciente.
- La aparición de una nueva fuga durante la anestesia se suele deber a un sellado imperfecto o desconexión de alguno de los componentes.

Respuesta

- **Aumentar flujos.**
- Revisar posibles puntos de **desconexión**.
- Cambiar a ventilación manual y llenar el circuito de **oxígeno suplementario**.
- Pasar a una **ventilación manual mediante ambú**, mientras solucionamos.



Fugas



1. GAS FRESCO 12-15 L/min

2. VENTILAR MANUALMENTE AL PACIENTE



Ventilación posible

Fuga en tubuladuras o respirador

- **Válvula APL** correctamente fijada (ej. 30 mbar)?
- Filtro: Puerto del **analizador de gases abierto**? Filtro dañado?
- **Pieza en Y**: Puerto del analizador de gases abierto?
- **Tubuladuras** montadas correctamente? Dañadas?
- En tubuladuras co-axiales: “Shunt” entre las ramas espiratoria e inspiratoria?
- Mal funcionamiento de **las válvulas**
- **Adsorbente de CO2**, vaporizador o trampa de aguda dañado o mal montado?

Ventilación imposible

Fuga en la vía aérea

- **Tubo ET / pneumo taponamiento** demasiado pequeños para el paciente?
- Mascarilla laríngea / no sella? dañada?



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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

Caso Clínico 1





Caso Clínico 2



- Nos encontramos una noche de guardia durante un cirugía emergente.
- Se han realizado todos los chequeos pertinentes, y se esta ventilando al paciente sin incidencia.

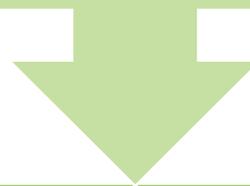


Fallo de alimentación

¿De cuánto tiempo disponemos?

Al menos 30 minutos

Carga restante de la batería se muestra en la visualización de estado



El calentador del sistema paciente está desactivado durante el funcionamiento con batería.

La presión inspiratoria pico PIP puede estar limitada, pero será al menos de 55 hPa (cmH₂O).

Fallo de alimentación

Tras 2h



Fallo de alimentación y baterías vacías

Disponible	No disponible
<ul style="list-style-type: none">Ventilación manual y la respiración espontánea.Suministro de O2.Suministro de agente anestésico utilizando el suministro de O2 de emergencia. (Add. O2)	<ul style="list-style-type: none">VentiladorMezclador de gas controlado electrónicamenteMonitorización del dispositivo y monitorización del paciente.





Fallo de alimentación

Fallo de alimentación y baterías vacías

1. Revisar el ajuste **del vaporizador.**

2. Mezclador electrónicamente: Utilizar el **suministro de O2 de emergencia.**

Mezclador de gas controlado **mecánicamente**: Cerra la válvula de control de flujo de aire y la válvula de control de flujo de N2O y usar **sólo O2 como gas fresco.**

(Add. O2)

3. **Monitorizar el flujo de O2** en el flujómetro de O2 o en el flujómetro total (mezclador de gas controlado mecánicamente).

4. **Ventilar manualmente** al paciente.

5. **Monitorización de sustitución** correspondiente.



FALLO VENTILATORIO

Posibles causas

- Fuelles atascados
- Montaje inapropiado.
- Fallo en el flujo de gas fresco.
- Características propias del paciente.
- Fallo eléctrico.

Prevención

- Se comprueba en el **chequeo habitual** del respirador. Tanto manual como automático.
- Ocluyendo la pieza en Y con la bolsa reservorio podemos **comprobar el ciclado del respirador**, a modo "falso pulmón".
- Comprobar correcta conexión a la **red eléctrica** así como la opción de ventilatoria.

Diagnóstico

- La mayor parte de las veces se soluciona con la ventilación manual.
- En caso de que no soluciones deberíamos sospechar, de un fallo en los componentes externos al ventilador.

Respuesta

- **Aumentar flujos.**
- Revisar posibles **puntos de desconexión.**
- Deberíamos cambiar a ventilación manual y llenar el circuito de oxígeno suplementario.
- Pasar a una **ventilación manual mediante ambú**, mientras realizamos un nuevo chequeo o solicitamos un nuevo respirador.



FALLO DEL SUMINISTRO DE GAS

Posibles causas

- Las tuberías de gas.
- Fallos en las zonas de alta presión por mal conexión u obstrucción.

Prevención

- Chequear la presión de los gases previamente.
- Calibración del sensor de oxígeno

Diagnóstico

- Perseus señala una alarma si el suministro de los gases O₂, Aire o N₂O (opcional) falla.

Respuesta

- Abrir la botella de oxígeno del respirador.
- Error de conexión de una tubería, desconectar esta y conectar a la botella de oxígeno.

Si los suministros centrales de gas para O₂ y Aire fallan al mismo tiempo el funcionamiento puede proseguir en los modos de ventilación automática

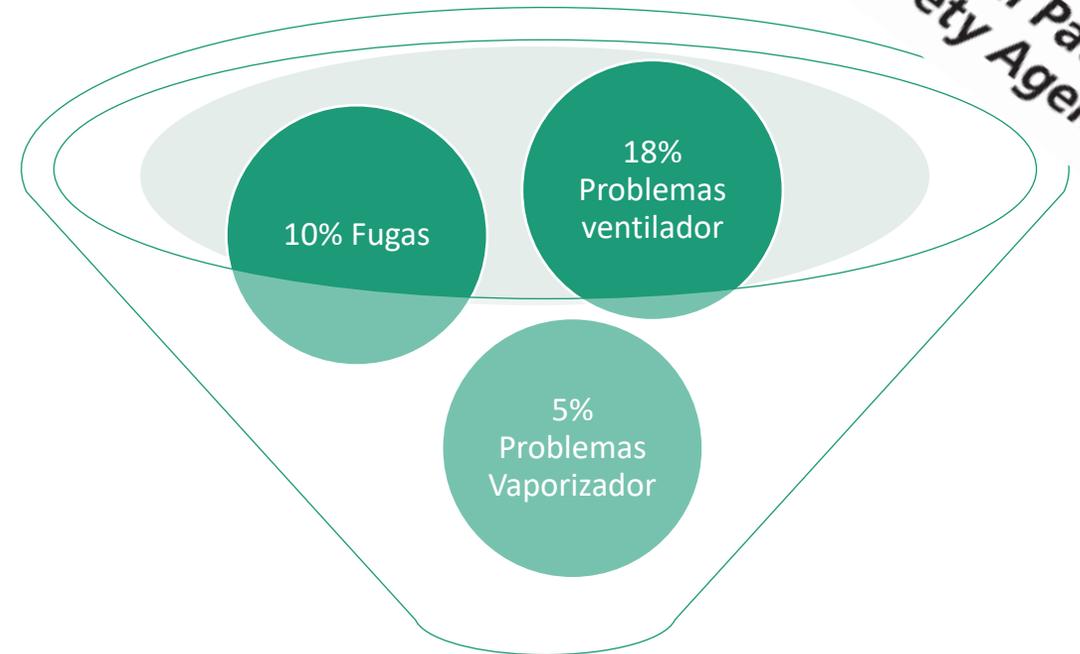
Incidencia

Difícil cuantificación

Desconexión de los tubos del respirador a nivel de **las trampas de agua.**

Conexión incorrecta de la bolsa de ventilación manual en la rama espiratoria del ventilador.

Obstrucción de las tubuladuras.



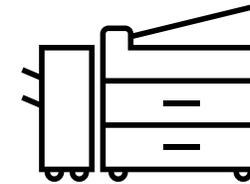


CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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

Error humano



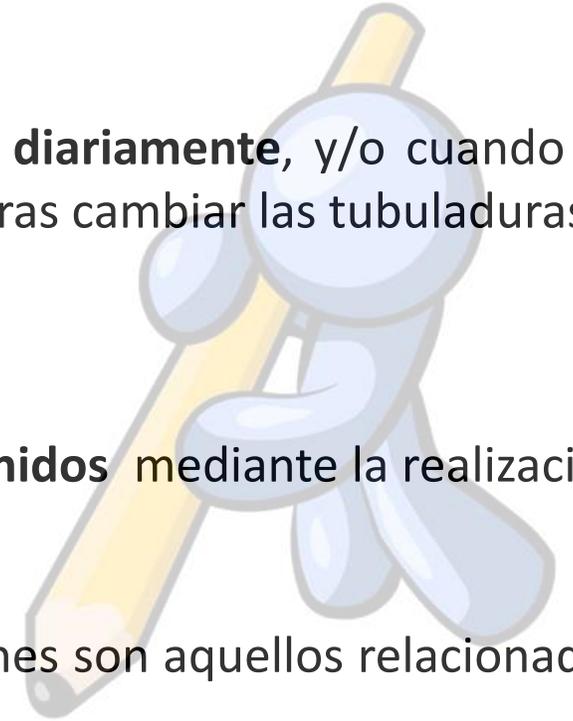
La mayoría prevenibles y en relación a mal uso.

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**



Conclusiones

- El adecuado manejo del ventilador es **responsabilidad de los anesthesiólogos**, y por tanto su conocimiento óptimo es una necesidad
- Atendiendo a las guías actuales, deberíamos realizar un **chequeo completo diariamente**, y/o cuando se cambien algún elemento. También deberíamos **hacer un test de fugas previo** tras cambiar las tubuladuras.
- No debemos olvidar como realizar un **chequeo manual**.
- La mayoría de los problemas relacionados con el ventilador pueden **ser prevenidos** mediante la realización **correcta de los chequeos**.
- Dentro de los posibles problemas relacionados los ventiladores los más comunes son aquellos relacionados con **la manipulación del ventilador**, donde destacan **las fugas y obstrucciones**.





CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



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



Bibliografía

1. Grüßer L, Staender S, Rossaint R. Safety first: Checking the anaesthesia machine. *Eur J Anaesthesiol.* 2020;37(10):837-838.
2. Hendrickx JFA, De Wolf AM. The Anesthesia Workstation: Quo Vadis?. *Anesth Analg.* 2018;127(3):671-675.
3. Bourgain JL, Coisel Y, Kern D, Nouette-Gaulain K, Panczer M; ventilator group of the French Society of Anaesthesia, Intensive Care. What are the main "machine dysfunctions" to know?. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2014;33(7-8):466-471.
4. Caplan RA, Vistica MF, Posner KL, Cheney FW. Adverse anesthetic outcomes arising from gas delivery equipment: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 1997;87:741–8
5. Ben-Menachem E, Ezri T, Ziv A, Sidi A, Berkenstadt H. Identifying and managing technical faults in the anesthesia machine: lessons learned from the Israeli Board of Anesthesiologists. *Anesth Analg* 2011;112:864–6.
6. Mehta SP, Eisenkraft JB, Posner KL, Domino KB. Patient injuries from anesthesia gas delivery equipment: a closed claims update. *Anesthesiology.* 2013;119(4):788-795.
7. Cassidy CJ, Smith A, Arnot-Smith J. Critical incident reports concerning anaesthetic equipment: analysis of the UK National Reporting and Learning System (NRLS) data from 2006-2008*. *Anaesthesia.* 2011;66(10):879-888.
8. Manual de instrucciones DRAGGER.

Bibliografía

9. Mehta SP, Eisenkraft JB, Posner KL, Domino KB. Patient injuries from anesthesia gas delivery equipment: a closed claims update. *Anesthesiology* 2013; 119:788.
10. Larson ER, Nuttall GA, Ogren BD, et al. A prospective study on anesthesia machine fault identification. *Anesth Analg* 2007; 104:154.
11. Watanabe H, Moriyama K, Tokumine J, et al. Massive Leak in CO2 Absorber of Perseus A500 Did Not Inhibit Mechanical Ventilation but Manual Bag Ventilation: A Case Report With Experimental Reproduction. *A A Pract* 2021; 15:e01425.
12. Chaturvedi AU, Potdar MP. Malfunction of adjustable pressure limiting valve. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2017; 33:264.



RESPIRADORES:

Chequeo automático y manual -consideraciones sobre las guías, recomendaciones y protocolos.

Fallos y errores más frecuentes -humanos y técnicos-, solución de problemas.

Dra. Nieves Saiz Sapena (FEA)

Violeta Pérez Marí (R2)

**SARTD – CHGUV Sesión de formación continuada
Valencia 8 de Noviembre 2022**