

# CAPÍTULO 4

## Procedimientos útiles y monitorización en urgencias/UCI

Cristina Fragio Arnold, Antonia Tauler Garau, Celia Llorca Martín, Vega de Miguel Rodríguez

En el presente capítulo se describen una serie de procedimientos o técnicas que pueden resultar muy útiles en clínica de urgencias, así como diversas técnicas de monitorización.

### SUPLEMENTACIÓN DE OXÍGENO

La oxigenoterapia es un tratamiento esencial en numerosos pacientes de urgencias, particularmente en aquellos con problemas respiratorios. Puede hacerse con dispositivos de bajo flujo (flujo lateral, mascarilla facial, catéter nasal/traqueal, gafas nasales) o con sistemas de alto flujo que se encuadran dentro de la denominada ventilación no invasiva (VNI). Con los dispositivos de bajo flujo la fracción inspirada de oxígeno ( $\text{FiO}_2$ ) no es predecible y depende de varios factores como el patrón respiratorio del paciente, pico de flujo y sistema utilizado. La selección del método más apropiado en cada caso va a depender de varios factores: la fracción inspirada de oxígeno ( $\text{FiO}_2$ ) que se quiera alcanzar, la duración estimada de la oxigenoterapia, el material disponible y las características del paciente.

#### $\text{FiO}_2$

Los valores de  $\text{FiO}_2$  aproximados que se alcanzan con cada técnica se resumen en la Tabla 4.1. En la mayoría de los pacientes, una  $\text{FiO}_2$  del 30-40 % proporciona una cantidad de oxígeno suficiente, con un amplio margen de seguridad. Como regla general no se deben administrar  $\text{FiO}_2$  superiores al 60 % durante períodos superiores a 24 h o  $\text{FiO}_2$  superiores al 100 % durante más de 12 h, porque se podrían provocar lesiones pulmonares; a esto se le denomina toxicidad por oxígeno, y está causada fundamentalmente por la formación de radicales libres citotóxicos. En las fases iniciales se produce un daño directo de las células epiteliales pulmonares por depleción de sus antioxidantes; posteriormente, se produce inflamación del

tracto respiratorio, con migración de células inflamatorias que liberan mediadores que ocasionan un edema pulmonar con grave destrucción de tejido pulmonar. Si el paciente sobrevive, se producirá una proliferación de neumocitos tipo II y depósito de colágeno con fibrosis intersticial que puede resultar en daño pulmonar permanente.

### MATERIAL

El material necesario se describe en cada técnica en particular. En todos los casos será necesaria una fuente de oxígeno (y circuitos/conectores adecuados) ya sea una botella, una toma de pared conectada a un circuito de oxígeno, o bien un generador de oxígeno. La administración de oxígeno seco puede llegar a producir una deshidratación de la mucosa del tracto respiratorio, aumento de la viscosidad de las secreciones, degeneración del epitelio respiratorio, alteración del funcionamiento del aparato mucociliar y aumento del riesgo de infecciones respiratorias. En consecuencia, en algunos casos será necesario utilizar un humidificador. Es recomendable humidificar el oxígeno cuando este va a ser administrado durante más de dos horas. Es necesario humidificar el oxígeno siempre que este sea administrado pasadas las fosas nasales o cavidad oral, donde de forma natural se produce la humidificación del aire inspirado (es el caso de la administración por catéter nasal y traqueal).

### MÉTODOS DE OXIGENOTERAPIA CLÁSICOS

#### **Mascarilla facial (Figura 4.1)**

##### *Indicaciones/ventajas*

- Suplementación a corto plazo.
- Técnica sencilla, rápida de preparar y requiere escaso equipamiento.
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción catéteres, etc.).

Tabla 4.1

Valores de  $\text{FiO}_2$  aproximados que se alcanzan con cada técnica de suplementación de oxígeno.

	$\text{FiO}_2$ (%)	Flujo de $\text{O}_2$	Ventajas	Inconvenientes	Indicaciones
<b>Bajos flujos</b>					
Flujo lateral (Flow By)	25-40	6-8 l/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo listo para utilizar (requiere poco tiempo de montaje)</li> <li>Acceso a paciente para examen/tratamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No apropiado para largos períodos de tiempo</li> <li>Alto desperdicio de oxígeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Triaje y procedimientos de urgencia</li> <li>Estabilización inicial</li> </ul>
Jaula/cámara de oxígeno	21-60	10 l/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buena tolerancia</li> <li>Permite la ingestión de alimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce el acceso al paciente</li> <li><math>\text{FiO}_2</math> disminuye rápidamente cuando se abre la puerta</li> <li>No apto para pacientes grandes</li> <li>Hipertermia por aumento calor y humedad</li> <li>Alto coste de cámaras comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pacientes que no toleran oxígeno nasal o cuando esté contraindicado</li> </ul>
Mascarilla	35-55	2-6 l/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo listo para utilizar (requiere poco tiempo de montaje)</li> <li>Acceso a paciente para examen/tratamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No apropiado para largos períodos de tiempo</li> <li>Muchos pacientes no la toleran</li> <li>La <math>\text{FiO}_2</math> depende del ajuste que tenga la mascarilla</li> <li>Riesgo de reinhalación <math>\text{CO}_2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Triaje y procedimientos de urgencia</li> <li>Estabilización inicial</li> </ul>
Gafas nasales	Variable según ajuste (25-40)	20-150 ml/kg/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil de colocar</li> <li>Buena tolerancia</li> <li>Acceso a paciente para examen/tratamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diffícil de adaptar a las diferentes morfologías faciales</li> <li>Possible lesión mucosa nasal, estornudos</li> <li>No efectivo si jadeo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte continuo de oxígeno en hospitalización</li> </ul>
Catéter nasal	30-60	50-150 ml/kg/min (no exceder 5 l/min)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buena tolerancia</li> <li>Acceso a paciente para examen/tratamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja tolerancia cuando se usan altos flujos</li> <li>Possible lesión mucosa nasal, estornudos</li> <li>No efectivo si jadeo</li> <li>Colocación más laboriosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte continuo de oxígeno en hospitalización</li> </ul>
<b>Altos flujos</b>					
Flujo	21-100	Variable: generalmente 9-10 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aporte predecible de <math>\text{FiO}_2</math></li> <li>Proporciona PEEP</li> <li>Humedece los gases inhalados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipación específica</li> <li>Puede necesitar de sedación profunda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipoxemia a pesar de administración de oxígeno</li> <li>Obstrucción de vías aéreas altas (p. ej.: braquicéfalos)</li> </ul>
TAFCN	21-100	10-60 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aporte predecible de <math>\text{FiO}_2</math></li> <li>Proporciona PEEP</li> <li>Lavado de espacio muerto</li> <li>Humedece y calienta los gases inhalados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipación específica</li> <li>Baja tolerancia cuando se usan altos flujos</li> <li>Colocación más laboriosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipoxemia a pesar de administración de oxígeno</li> <li>Aumento del trabajo respiratorio</li> </ul>
Ventilación mecánica	21-100	Variable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aporte seguro de <math>\text{FiO}_2</math></li> <li>Proporciona PEEP</li> <li>Humedece los gases inhalados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipación específica</li> <li>Altas tasas de complicaciones</li> <li>Coste muy elevado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hipoxemia a pesar de administración de <math>\text{O}_2</math></li> <li>Aumento del trabajo respiratorio llegando a la fatiga</li> <li>Hipoventilación</li> </ul>

Adaptada de Whitney, J., & Keir, I. *Clinical review of high-flow nasal oxygen therapy in human and veterinary patients*. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1070881. (2023) CPAP: Presión positiva continua en la vía aérea. PEEP: presión positiva al final de la inspiración. TAFCN: terapia de alto flujo con cánulas nasales.



**Figura 4.1.** Oxigenoterapia con mascarilla: mal acoplamiento y mala tolerancia en felinos.



**Figura 4.2.** Oxigenoterapia con tubo de flujo continuo.

#### Contraindicaciones/desventajas

- Intolerancia en algunos casos (gatos).
- Mala adaptación de la mascarilla en algunas razas (braquicéfalos) y gatos.
- Si la mascarilla está muy ajustada, puede producirse acúmulo/reinhalación de CO<sub>2</sub>; para evitarlo, se puede retirar y ventilar de forma periódica.

#### Material

- Mascarilla de tamaño adecuado.

#### Técnica

- Mantener mascarilla cubriendo boca y nariz. Si la mascarilla se ajusta de forma adecuada al paciente, se alcanzan FiO<sub>2</sub> del 35-55 %.
- Flujo: 2-6 l/min.

#### Flujo lateral o flow-by (Figura 4.2)

##### Indicaciones/ventajas

- Suplementación a corto plazo.
- Técnica sencilla, rápida de preparar y requiere escaso equipamiento.
- Buena tolerancia.
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción catéteres, etc.).

#### Contraindicaciones/desventajas

- La FiO<sub>2</sub> alcanzada es baja (alrededor de un 25-30 %).

#### Material

- Tubo conectado a fuente de oxígeno.



**Figura 4.3.** Oxigenoterapia con collar isabelino cubierto con plástico transparente; la salida del tubo conectado a fuente de oxígeno está pegado con esparadrapo al collar cerca de nariz/boca del paciente.

#### Técnica

- Mantener el tubo cerca de la nariz-boca del paciente (a unos 2-4 cm).
- Flujo: 6-8 l/min.

#### Collar isabelino/campana de oxígeno (Figura 4.3)

##### Indicaciones/ventajas

- Suplementación a corto/medio plazo.
- Técnica sencilla y rápida.
- Buena tolerancia.
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción catéteres, etc.).

#### Contraindicaciones/desventajas

- En el interior del collar/campana se alcanzan humedad y temperatura altas, lo cual puede generar intolerancia.
- Acúmulo de CO<sub>2</sub>, con posible reinhalación.

### Material

- Collar isabelino con porción anterior cubierta con plástico (alternativamente, bolsa o campana que cubra la cabeza del paciente).

### Técnica

- Se cubre la cabeza del paciente con un collar isabelino o pieza similar con su porción anterior cerrada con celofán o plástico transparente.
- Realizar un pequeño orificio en la parte superior del plástico/celofán para facilitar la eliminación de la humedad, calor y CO<sub>2</sub> producidos por el aire espirado.
- Introducir el tubo de oxígeno por el extremo cervical del collar/campana, y fijar con esparadrapo de forma que su extremo quede próximo a la nariz/boca del paciente.
- La FiO<sub>2</sub> obtenida con este método es de aproximadamente 30-40 %.
- Es recomendable al inicio administrar un flujo mayor de O<sub>2</sub> con el fin de llenar rápidamente el collar con oxígeno (2-3 l/min) para, a continuación, utilizar un flujo de mantenimiento de aproximadamente 1 l/min.

### Catéter nasal (Figuras 4.4 y 4.5)

#### Indicaciones/ventajas

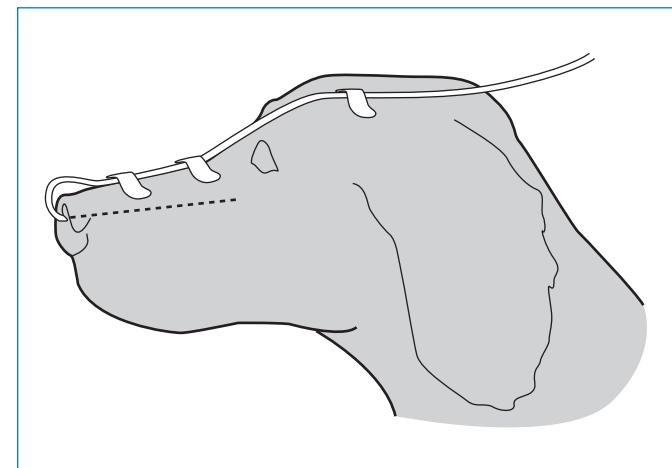
- Suplementación a medio/largo plazo ( $\geq 24$  h).
- Buena tolerancia.
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción catéteres, etc.).

#### Contraindicaciones/desventajas

- Su preparación requiere algo más de tiempo que otras técnicas: indicada para una oxigenoterapia de mantenimiento, no para el momento del ingreso de la urgencia.
- Contraindicada en pacientes con aumento de la presión intracranal (ya que puede provocar estornudos).
- Puede provocar lesión de la mucosa nasal si se aplica un flujo alto de O<sub>2</sub> (para evitarlo, no sobrepasar flujos de 50-150 ml/kg/min).
- Flujos demasiado elevados o mala colocación del catéter pueden provocar dilatación gástrica.
- No se recomienda en braquicefálicos.
- No resulta eficaz si el animal respira con la boca abierta (jadeo).

### Material

- Anestésico local.
- Catéter o sonda flexible de 1-3 mm de diámetro (generalmente en gatos 3.5 Fr y hasta 8 Fr en perros).
- Gel lubricante.
- Esparadrapo y material de sutura o grapas o pegamento biológico para fijación del catéter.



**Figura 4.4.** Esquema para colocación de catéter nasal de oxígeno (por interior de fosa nasal alcanza hasta canto medial del ojo).

### Técnica

- Aplicar un anestésico local por la fosa nasal (0.5-1 ml de lidocaína 1-2 % o unas gotas de colirio anestésico oftálmico); esperar 2-3 minutos.
- Medir y marcar sobre el catéter la longitud a introducir: desde trufa hasta canto medial del ojo.
- Aplicar gel lubricante al catéter para facilitar inserción.
- Introducir el catéter por el ollar, en dirección ventromedial, pasándolo por el meato nasal ventral, hasta la altura del canto medial del ojo (para facilitar la inserción, presionar la porción dorsal de la trufa hacia arriba).
- Una vez introducido, pasar el catéter bajo la aleta de la trufa y fijar cerca de ese punto, y después sobre la porción dorsolateral del hocico y cabeza con unas suturas, grapas o pegamento.
- El catéter debe ser cambiado de fosa nasal cada 48-72 h y debe tener múltiples fenestraciones en su extremo distal para evitar una irritación excesiva de la mucosa nasal.
- La FiO<sub>2</sub> conseguida por este método depende mucho del tamaño del paciente, de su frecuencia respiratoria y sobre todo del tipo de respiración, ya que no es eficaz si el animal está respirando con la boca abierta. Por regla general, se llega a obtener una FiO<sub>2</sub> de 30-60 % (flujo 50-150 ml/kg/min).
- Es necesario humidificar el oxígeno.
- Se pueden colocar dos catéteres, uno en cada fosa nasal.

#### Alternativa: gafas nasales

Otro método para administración de oxígeno por vía nasal es emplear para ello las gafas nasales que se emplean en pacientes humanos. Penetran aproximadamente 1 cm en cada fosa nasal. Tienen la ventaja de su disponibilidad y facilidad de colocación, y generalmente son bien toleradas. Funcionan bien en



**Figura 4.5.** Administración nasal de oxígeno: catéter y gafas nasales: (A) medición de longitud del catéter a introducir (hasta canto medial del ojo). (B) Inserción del catéter en dirección ventromedial. (C) Recorrido del catéter para su fijación a piel. (D) Catéter ya colocado y fijado, y conectado a fuente de oxígeno (humidificado). (E) Gafas nasales para administración de oxígeno nasal.

perros grandes que no se muevan mucho. El problema es que son de difícil ajuste/sujeción en algunos animales, por ejemplo, braquicéfalos y gatos. Para su mejor sujeción en razas dolicocéfalas, es recomendable unir ambos laterales de las gafas nasales con esparadrapo por encima del hocico (ver Figura 4.5E). A veces es necesario suturarlas a la piel a la salida de las narinas, en ambos lados. El flujo será 20-150 ml/kg/min. Se piensa que la FiO<sub>2</sub> obtenida es del 25-40 %. No es efectivo si hay jadeo.

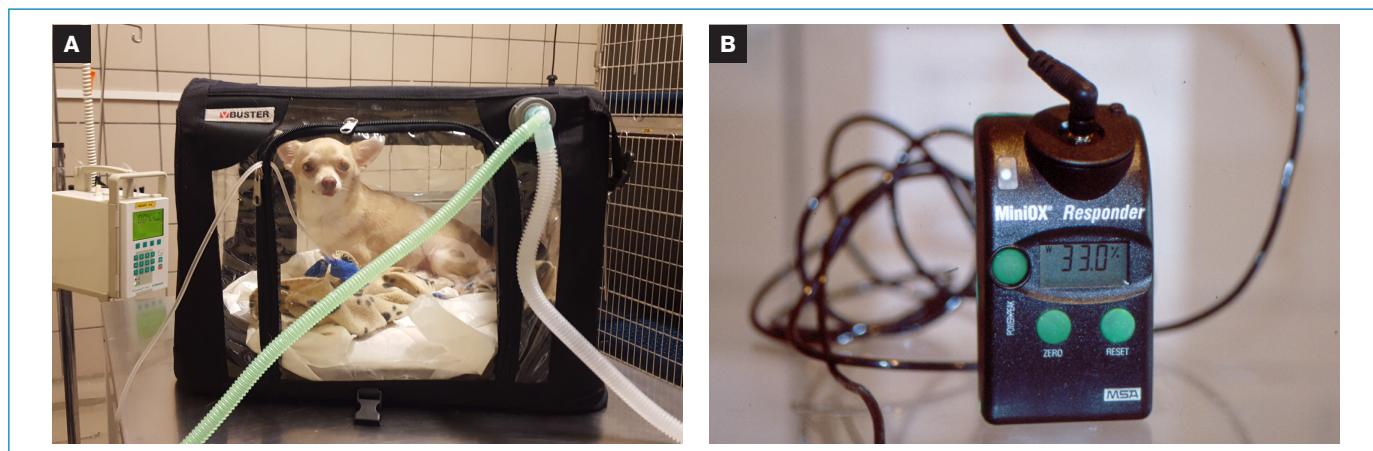
### **Jaula de oxígeno (Figura 4.6)**

#### *Indicaciones/ventajas*

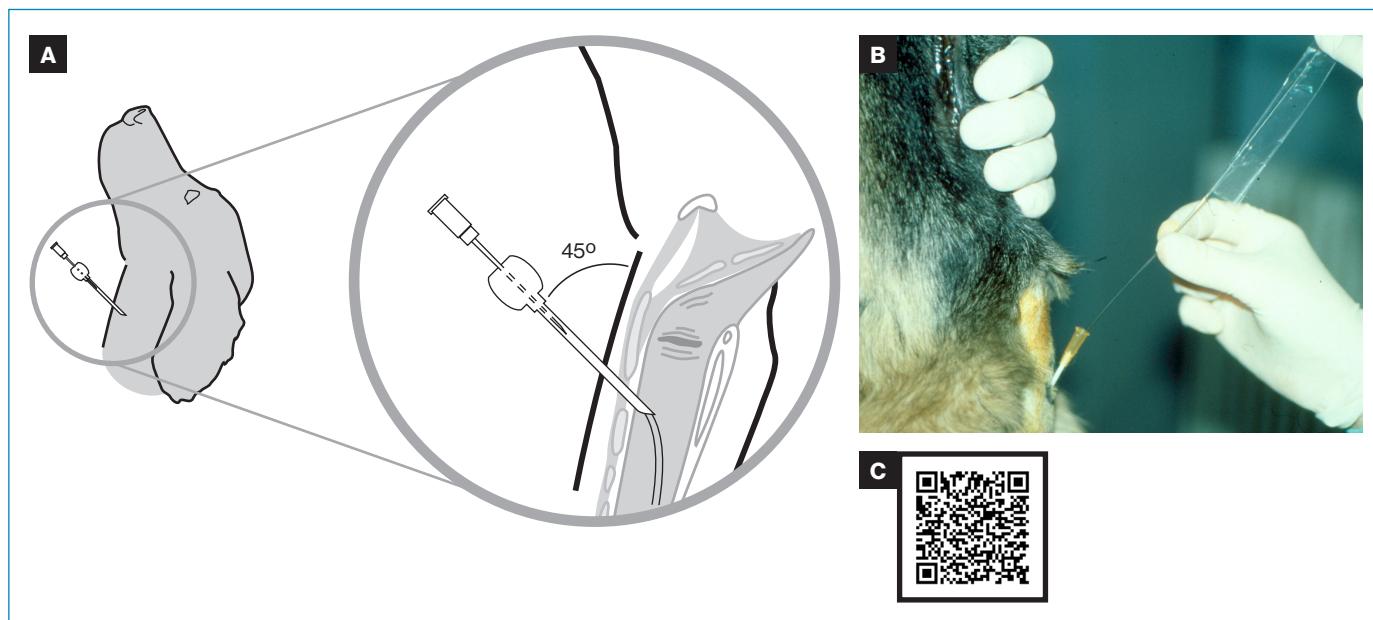
- Suplementación a corto y medio plazo.
- Muy buena tolerancia.

#### *Contraindicaciones/desventajas*

- No permite acceso al paciente (la puerta de la jaula constituye una barrera física para acceder a él, y al abrirla se produce un descenso inmediato de la FiO<sub>2</sub>).
- Coste elevado: además del coste de la jaula/cámara, son necesarios flujos altos de oxígeno de forma continuada ( $\geq$



**Figura 4.6.** (A) Cámara de oxígeno comercial portátil, habitual en clínica, que carece de medidor de oxígeno y de sistema de evacuación de  $\text{CO}_2$ . (B) Medidor de oxígeno ambiental, recomendable para complementar cámaras como la mostrada en la foto.



**Figura 4.7.** Catéter transtraqueal para administración de oxígeno. (A) Esquema para inserción atravesando ligamento/membrana cricotiroideo. (B) Introducción de catéter transtraqueal en paciente canino. (C) Técnica de inserción.

10 l/min) para mantener una  $\text{FiO}_2$  adecuada.

- Si la jaula/cámara no dispone de mecanismos adecuados para eliminación de humedad y  $\text{CO}_2$ , pueden acumularse en exceso y alcanzarse temperaturas elevadas en su interior (intentar mantener la temperatura alrededor de 22 °C, a tal fin puede ser útil insertar paquetes de hielo en su interior).

#### Material

- Jaula o cámara cerrada, provista de mecanismos para regular la concentración interna de  $\text{O}_2$ , temperatura, humedad y vías para la eliminación del  $\text{CO}_2$  exhalado.

#### Técnica

- Rellenar de forma adecuada la cámara/jaula con oxígeno

antes de introducir en ella al paciente (flujo  $\geq 10$  l/min): se pueden tardar 10-15 min en alcanzar  $\text{FiO}_2$  máximas, que se sitúan en torno al 21-60 % (puede llegar hasta un 60 % dependiendo del tipo de jaula y tamaño de jaula y paciente).

#### Transtraqueal-cricotiroidotomía (Figura 4.7)

##### Indicaciones/ventajas

- Obstrucción de vías aéreas altas (previo a traqueostomía).
- En animales de tamaño mediano-grande, se puede utilizar esta misma técnica para introducir un tubo de cricotiroidotomía, lo cual constituye una excelente alternativa a la traqueotomía (la membrana cricotiroidea es muy superficial y fácilmente accesible, prácticamente sin necesidad de disección).

### Contraindicaciones/desventajas

- Riesgo de descolocación del catéter si el paciente no está inmóvil.
- Lesión de mucosa traqueal.
- Riesgos de la cricotiroidotomía (muy poco frecuentes si se realiza de forma adecuada): lesión de estructuras adyacentes (músculos y arterias cricotiroideas, etc.) o del propio cartílago cricoides que puede provocar pericarditis y estenosis secundaria.

### Material

- Anestésico local.
- Peladora y material para preparación aséptica de la piel.
- Catéter/sonda largo y flexible de 14-16-18 G (generalmente se requiere también un catéter IV estándar sobre la aguja de 14 G como introductor), o tubo de cricotiroidotomía, de mayor calibre que el catéter.

### Técnica

- Animal en decúbito esternal, con cabeza y cuello extendidos.
- Rasurar y preparar asépticamente la piel a nivel de la laringe (o entre dos anillos traqueales caudales a ese punto).
- Aplicar 1 ml de lidocaína al 1-2 % como anestésico local.
- Medir longitud de catéter a introducir: el extremo distal del catéter debe quedar por delante de la carina (aproximadamente a la altura del 5º espacio intercostal).
- Realizar una cricotiroidotomía percutánea con aguja: localizar y estabilizar la laringe entre los dedos pulgar y corazón de la mano no dominante, utilizando el dedo índice para identificar la membrana cricotiroidea; insertar una aguja o catéter sobre la aguja de 14-16 G atravesando la membrana cricotiroidea con un ángulo de unos 45º, retirar fiador, por el interior del cual se introduce un catéter largo y flexible con el borde distal fenestrado.
- Puede ser de utilidad acoplar al catéter con aguja una jeringa con un par de ml de SSF para atravesar la membrana cricotiroidea, aspirando lentamente mientras avanza el catéter; esto sirve de control para verificar cuando la aguja entra la laringe/tráquea, ya que la SSF burbujeará.
- A continuación, se retira la aguja, dejando colocado el catéter.
- Comprobar que la colocación sea correcta: aspirar con jeringa, debe obtenerse aire sin dificultad.
- El flujo de O<sub>2</sub> utilizado es de 50-100 ml/kg/min para obtener una FiO<sub>2</sub> de 40-60 %.
- Es necesario humidificar el oxígeno.
- La técnica de cricotiroidotomía por punción a través de la membrana cricotiroidea como se ha descrito, permite una buena oxigenación, pero no una correcta ventilación, por

lo que deberá obtenerse una vía aérea estable en menos de unos 30 min.

### VENTILACIÓN NO INVASIVA-ALTOS FLUJOS DE OXÍGENO

Estará indicada cuando no existe respuesta adecuada a las técnicas de oxigenoterapia de bajo flujo. Los criterios que definen una falta de respuesta a la oxigenoterapia clásica son: aumento del trabajo respiratorio e hipoxemia severa (paO<sub>2</sub> < 60 mmHg o SpO<sub>2</sub> < 90 %). En estos casos, muchas veces es necesario recurrir a la intubación para aplicar ventilación mecánica invasiva. Dadas las dificultades y riesgos que ésta implica, en los últimos años se están utilizando cada vez más las técnicas de ventilación no invasiva (VNI). La VNI proporciona niveles de FIO<sub>2</sub> más altos (y predecibles) que la oxigenoterapia convencional, con cierto grado de presión positiva y sin necesidad de intubación. En medicina humana existen numerosos métodos de VNI, pero no todos son aplicables a veterinaria; a continuación, se describen los más útiles y prometedores en pequeños animales.

### Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) (Figura 4.8)

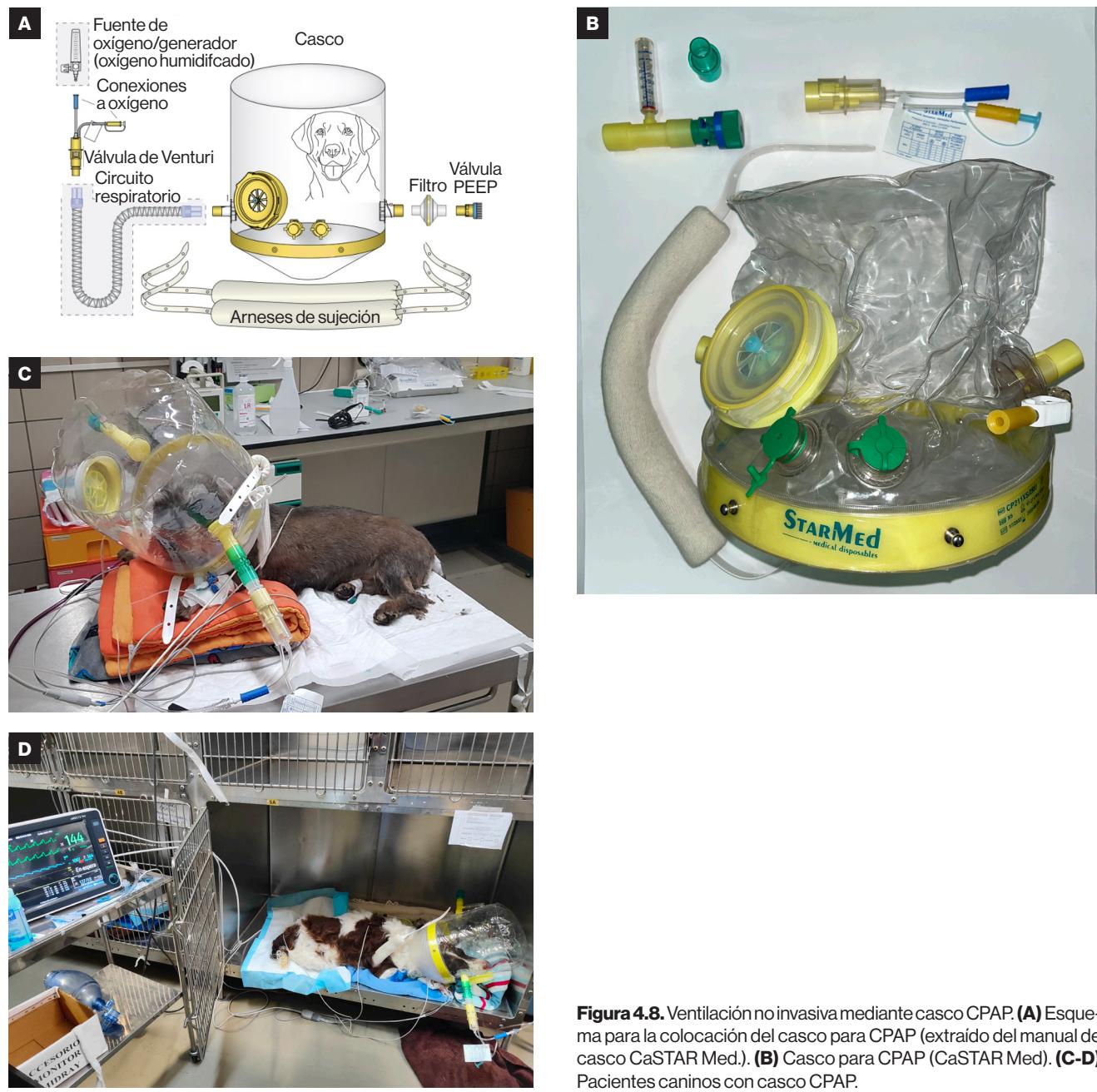
Las siglas CPAP corresponden a la abreviatura de *Continuous Positive Airway Pressure*. En español significa presión positiva continua (PPC) en la vía aérea (VA). Es un sistema de soporte ventilatorio no invasivo que aplica una presión positiva (superior a la presión atmosférica) continua en la vía aérea proximal del paciente durante todo el ciclo respiratorio (inspiración y espiración). Esta presión positiva se consigue mediante un flujo de gas continuo que se aplica a través de una interfaz que facilita la llegada del gas presurizado a la vía aérea del paciente como puede ser una mascarilla, cánula nasal o bien un casco cerrado (*helmet*).

Aplicando la CPAP se consigue:

- Aumentar la capacidad residual funcional pulmonar.
- Evitar el colapso de las vías aéreas manteniéndolas abiertas y aumentando el diámetro laríngeo.
- Disminuir la resistencia de las vías aéreas y así el trabajo respiratorio.
- Incrementar el reclutamiento alveolar y la complianza pulmonar y reducir el *shunt*.
- En definitiva, mejorar el intercambio de gases y la oxigenación.

Sus principales indicaciones son el edema pulmonar cardiogénico, hemorragia pulmonar, insuficiencia respiratoria aguda, recuperación posoperatoria, y también durante el destete de la ventilación mecánica.

En humanos se ha demostrado que el uso de técnicas de



**Figura 4.8.** Ventilación no invasiva mediante casco CPAP. **(A)** Esquema para la colocación del casco para CPAP (extraído del manual de casco CaSTAR Med.). **(B)** Casco para CPAP (CaSTAR Med.). **(C-D)** Pacientes caninos con casco CPAP.

soporte ventilatorio no invasivo (como la CPAP) aumentan el porcentaje de supervivencia de los pacientes con hipoxemia grave que requieren oxígeno, probablemente debido a la disminución de los riesgos y complicaciones que se producen durante ventilación mecánica invasiva. Sin embargo, hay que destacar que el uso de la CPAP no sustituye a la ventilación mecánica. Esta última debe llevarse a cabo siempre que sea necesario.

A continuación, se hace referencia a la administración de CPAP utilizando un casco (*helmet*) que generalmente es bien

tolerado por perros y gatos (el paciente debe tener respiración espontánea). Se utilizan cascos de CPAP comercializados para pacientes pediátricos humanos, que pueden adquirirse en distintas tallas, por lo que la adaptación a las distintas morfologías/tamaños de los animales es fácil. Estudios recientes describen que en general son bien tolerados en perros y gatos, y que mejoran la oxigenación tanto en pacientes sanos durante la anestesia y período perioperatorio, como en perros con insuficiencia respiratoria de varias etiologías.

### Indicaciones/ventajas

- Suplementación a medio/largo plazo ( $> 24$  h) y como opción terapéutica en las situaciones en las que la suplementación convencional de oxígeno haya fallado.
- Tras una intervención que requiera anestesia general (sobre todo en braquicéfalos por la expansión de la laringe y el aumento de la capacidad de ventilación; un estudio reciente realizado en 2021 demuestra que la recuperación de la normoxemia mediante la utilización de la CPAP tras cirugía es mucho más rápida que mediante técnicas convencionales de administración de oxígeno).
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción de catéteres, etc.).
- La  $\text{FiO}_2$  que se alcanza es alta (21-100 %) y predecible.
- Revierte microatelectasias y aumenta el volumen tidal al conseguir la expansión de los alvéolos.
- Aumenta la capacidad residual funcional (aumenta la presión intratorácica y alveolar) promoviendo la ventilación colateral y mejorando la distribución de la ventilación y la oxigenación.
- Modifica la presión hidrostática y alveolar dentro del alveolo, promoviendo el movimiento de los fluidos del interior del alveolo. Gracias a ello se mejora el gradiente de oxígeno alveoloarterial y la eficiencia de los intercambios en la membrana alveolocapilar.
- Reduce los riesgos derivados de la intubación.
- Sigue siendo eficaz si el animal respira con la boca abierta.
- No está contraindicado en pacientes con aumento de la presión intracraneal.
- Permite el paso de sondas de alimentación.

### Contraindicaciones/desventajas

- Su preparación requiere algo más de tiempo que otras técnicas, por ello está indicado para una suplementación de oxígeno de mantenimiento, no para el momento del ingreso de la urgencia.
- Elevado espacio muerto (hasta 10 l).
- Mala adaptación en pacientes nerviosos. Se genera mucho ruido debido a los altos flujos de oxígeno.
- Puede requerir una leve sedación para mejorar la tolerancia.
- No permite comer y beber de forma normal.
- Requiere equipamiento caro y flujos altos de oxígeno.
- No es útil cuando el paciente presenta un mal patrón respiratorio o no ventila de forma espontánea.
- Pacientes con sangrado gástrico ( posible dilatación gástrica por aerofagia).
- Pacientes hemodinámicamente inestables.
- Requiere que el paciente tenga respiración espontánea.

### Material

- Casco para CPAP.

- Puerto de entrada al casco con válvula antiasfixia.
- Arneses de sujeción (bajo extremidades).
- Válvula PEEP con flujo conectado a distintos adaptadores.
- Filtro respiratorio antibacteriano.
- Válvula de Venturi o generador de flujo tipo Venturi.
- Círculo respiratorio.
- Adaptadores para el círculo respiratorio.
- Opcional: algunos tienen entradas o puertos para introducir sondas de alimentación, sondas de pulsioximetría, etc.

### Técnica

La sedación puede llegar a ser necesaria durante la aplicación de esta técnica.

En función de la marca cada equipo tendrá especificaciones distintas que deberán tenerse en cuenta. Por norma general se sigue el siguiente orden.

- Colocación del casco
  - Elegir la talla de casco más adecuada para el paciente en función de su tamaño. Los kits comerciales suelen llevar cintas métricas que sirven para medir el tamaño del cuello del paciente y orientan a qué talla debe ajustarse.
  - Dar forma al casco para que quede extendido.
  - Conectar la válvula de Venturi al puerto de entrada del casco.
  - Sacar el puerto de acceso al paciente del casco y abrir la válvula antiasfixia
  - Ajustar los arneses o sujetaciones que lleve el modelo utilizado al casco según indique el fabricante.
  - Conectar el círculo respiratorio a la válvula de Venturi y el sistema de la válvula PEEP al casco.
  - Conectar el círculo respiratorio al generador de oxígeno del que se disponga. Dicho generador debe llevar un sistema de humidificación del flujo incorporado o en su defecto debe acoplarse a él.
  - Abrir el flujo de oxígeno entre 9-10 l. Los kits comerciales suelen llevar incorporada una tabla que indica el número de litros a seleccionar en función de la  $\text{FiO}_2$  que se quiera obtener.
  - Colocar la cabeza del paciente dentro de la interfaz, comprobando un buen ajuste del sello elástico a nivel cervical. Es recomendable introducir tapones de algodón en las orejas para disminuir las molestias producidas por el ruido del flujo de gases.
  - Ajustar los arneses bajo las axilas del paciente mediante los broches que llevan incorporados.
  - Colocar de nuevo el puerto de acceso al paciente y tirar de la válvula antiasfixia hacia fuera.
  - Comprobar que al tirar de la válvula antiasfixia el casco se presuriza y la válvula PEEP funciona.
  - Seleccionar la presión positiva al final de la inspiración

(PEEP) deseada usando el manómetro incorporado en el casco.

- Verificar que no haya fugas y que el casco quede correctamente ajustado.
- Flujo: 9-10 l. El flujo seleccionado se amplificará a través de la válvula de Venturi, haciendo que un flujo de 10 l se convierta en un flujo de 70 l en el interior del casco.
- Según medicina humana el flujo nunca debe ser inferior a 40 l/min para evitar los fenómenos de reinhalación de CO<sub>2</sub> derivados del alto espacio muerto; se puede utilizar 100 % O<sub>2</sub> o una mezcla de O<sub>2</sub> y aire según necesidades para alcanzar el nivel de oxigenación pretendido.
- PEEP: 2.5-15 cm H<sub>2</sub>O. Por lo general se inicia con 5 cm H<sub>2</sub>O, pero se puede aumentar según los requerimientos del paciente.
- Una medida útil será colocar un filtro antibacteriano en la rama inspiratoria de la tubuladura, reduciendo así considerablemente el ruido y la turbulencia en el interior del casco.
- Idealmente, la presión de la vía aérea debe ser constante con una mínima oscilación durante las fases del ciclo respiratorio (es tolerable  $\pm 2$  cm H<sub>2</sub>O), y la válvula de PEEP debería mantenerse abierta durante todo el ciclo respiratorio, lo que indicaría flujo suficiente. Si la presión cae más durante la inspiración, indica que el flujo proporcionado es insuficiente a las demandas del paciente.
- Si con la fuente de oxígeno empleada no se alcanza el flujo/PEEP necesarios, deberá acoplarse a un caudalímetro de alto flujo o a un respirador (convencional o para ventilación no invasiva).
- Retirada del casco
  - Abrir el puerto de acceso al paciente.
  - Desajustar los arneses de sujeción.
  - Levantar el casco de la cabeza del paciente con cuidado de no rasgar los adaptadores de cuello.
  - Apagar el flujo de oxígeno.
- Vigilancia del paciente
  - Vigilar signos de agravamiento del problema respiratorio, como taquipnea, uso de musculatura accesoria, asincronía toracoabdominal, cianosis, aumento de hipoxemia, etc.
  - Vigilar posible distensión abdominal por acúmulo de aire en el estómago.
  - Vigilar signos de náusea para evitar el vómito.
  - Vigilar el nivel de conciencia o cualquier otra alteración.
  - Vigilar posibles lesiones en zona de ajuste de los arneses por presión excesiva.

### Terapia de alto flujo con cánulas nasales (TAFCN) (Figura 4.9)

La TAFCN (en inglés *High Flow Nasal Oxygen Therapy*, HFNOT) es un método de VNI que consiste en la administración de oxígeno atemperado y humidificado a altos flujos para conseguir concentraciones de oxígeno inspirado más altas. Se utiliza en pacientes en los que las técnicas convencionales de administración de oxígeno hayan fallado, en un intento de evitar la ventilación mecánica invasiva.

El sistema TAFCN proporciona tasas de flujo de oxígeno hasta 10 veces mayores que los métodos tradicionales de suplementación de oxígeno (puede llegar a 60 l/min). Los flujos elevados logran un cierto grado de CPAP. En comparación con las terapias de oxígeno convencionales, la TAFCN ha demostrado que mejora la oxigenación en casos de insuficiencia respiratoria hipoxémica moderada a grave.

El oxígeno o mezcla de oxígeno/aire se suministra mediante un dispositivo comercial que humidifica y calienta el flujo que recibe el paciente. Mediante dicho soporte pueden administrarse altos flujos de oxígeno que varían entre los 2 y los 60 l/min en función del modelo adquirido, con FiO<sub>2</sub> que oscilan entre 21 % y 100 %. La interfaz que se utiliza para aplicar esta

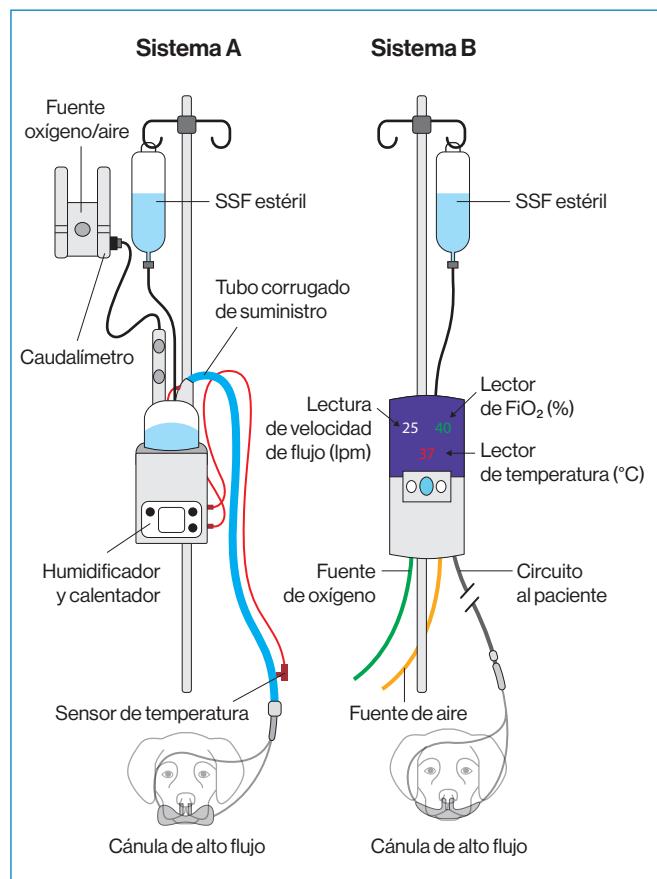


Figura 4.9. Sistemas para terapia de alto flujo con cánulas nasales.

técnica en veterinaria son las gafas nasales. En medicina humana constituye una opción terapéutica muy utilizada y cada vez más presente en la veterinaria. Requiere de una respiración espontánea por parte del paciente y en ningún caso sustituye a la ventilación mecánica.

### **Indicaciones/ventajas**

- Suplementación a medio/largo plazo (> 24 h).
- Indicado cuando no hay respuesta a la oxigenoterapia convencional en casos de insuficiencia respiratoria hipoxémica de diversa etiología (neumonía, edema y hemorragia pulmonar, etc.), intoxicación por monóxido de carbono y cardiomiopatías entre otras.
- La FiO<sub>2</sub> que se alcanza es alta (21-100 %) y predecible.
- Normalmente bien tolerado por el paciente.
- Reduce los riesgos de intubación y anestesia produciendo una presión positiva sin necesidad de intubación.
- Mejora el aclaramiento mucociliar debido al uso de la humidificación: se reduce la deshidratación de las vías respiratorias y aumenta el aclaramiento de las secreciones.
- Proporciona presión positiva espiratoria (efecto PEEP) previniendo colapso alveolar y produciendo reclutamiento alveolar.
- Lavado del espacio muerto orofaríngeo.
- Disminución del esfuerzo inspiratorio.
- Incremento del cociente presión de oxígeno arterial [PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>]
- Efecto hemodinámico favorable en la insuficiencia cardíaca.
- Permite que el paciente pueda comer y beber con normalidad.
- Permite acceso al paciente (exploración, inserción de catéteres, etc.).
- Puede utilizarse también en la recuperación anestésica después de la extubación (especialmente en braquicéfalos).

### **Inconvenientes/desventajas**

- Su preparación requiere algo más de tiempo que otras técnicas por ello está indicada para una suplementación de oxígeno de mantenimiento y no para el momento del ingreso de la urgencia.
- Posibilidad de barotrauma por el aumento de presión.
- Aumento de la PaCO<sub>2</sub> (que parece leve y con poca significación clínica).
- Posible aerofagia y dilatación gástrica.
- Posibles lesiones en mucosa nasal si la administración es prolongada.
- No resulta eficaz si el animal respira con la boca abierta.
- Requiere equipamiento caro y flujos altos de oxígeno.
- Requiere que el paciente tenga respiración espontánea.

### **Contraindicaciones**

- Epistaxis.
- Masas nasales.
- Trauma craneoencefálico o facial.
- Aumento de la presión intracranal (pueden producir estornudos).
- Cuerpos extraños esofágicos.
- Pacientes con hipersensibilidad en la zona rostral.
- Pacientes con sangrado gástrico ( posible dilatación gástrica por aerofagia).
- Pacientes hemodinámicamente inestables.
- Pacientes que no mantengan un buen ritmo respiratorio o bien que no sean capaces de ventilar por sí mismos.
- Pacientes con patologías pulmonares o de vías aéreas crónicas (se encuentran acostumbrados a tasas altas de CO<sub>2</sub> por lo que si se aumenta el O<sub>2</sub> de forma muy elevada conduce a hipoventilación y finalmente a fallo respiratorio).

### **Material**

El material necesario dependerá del sistema de TAFCN que se adquiera, pero la estructura general suele ser la siguiente:

- Fuente de oxígeno.
- Caudalímetro.
- Sistema de administración de flujo con sistema humidificador y calefactor integrado dependiendo del fabricante.
- Suero fisiológico estéril.
- Circuito respiratorio.
- Gafas nasales desechables del tamaño adecuado en función del paciente. Como norma la cánula no debe superar el 50 % del diámetro de las narinas.
- Sutura/grapas/pegamento tisular.
- Esparadrapo.

### **Técnica**

Cada equipo tendrá especificaciones distintas que deberán tenerse en cuenta. Debe considerarse sedar al paciente siempre que sea necesario. Por norma general se sigue el siguiente orden:

- Colocar asépticamente una botella de suero estéril (según indicaciones del fabricante) en un portasueros.
- Conectar dicha bolsa al sistema para que el dispositivo no funcione en seco. Normalmente se conecta a un cartucho que se rellena con una cantidad de suero determinada para ir calentando y humidificando el flujo administrado.
- Encender el sistema.
- Establecer los parámetros de flujo, temperatura y gas adecuadas según el paciente.
- Conectar el circuito respiratorio al dispositivo.
- Conectar el circuito a las gafas nasales y dejar encendido unos 5 minutos para que se caliente y humidifique el oxígeno que va a administrarse al paciente.