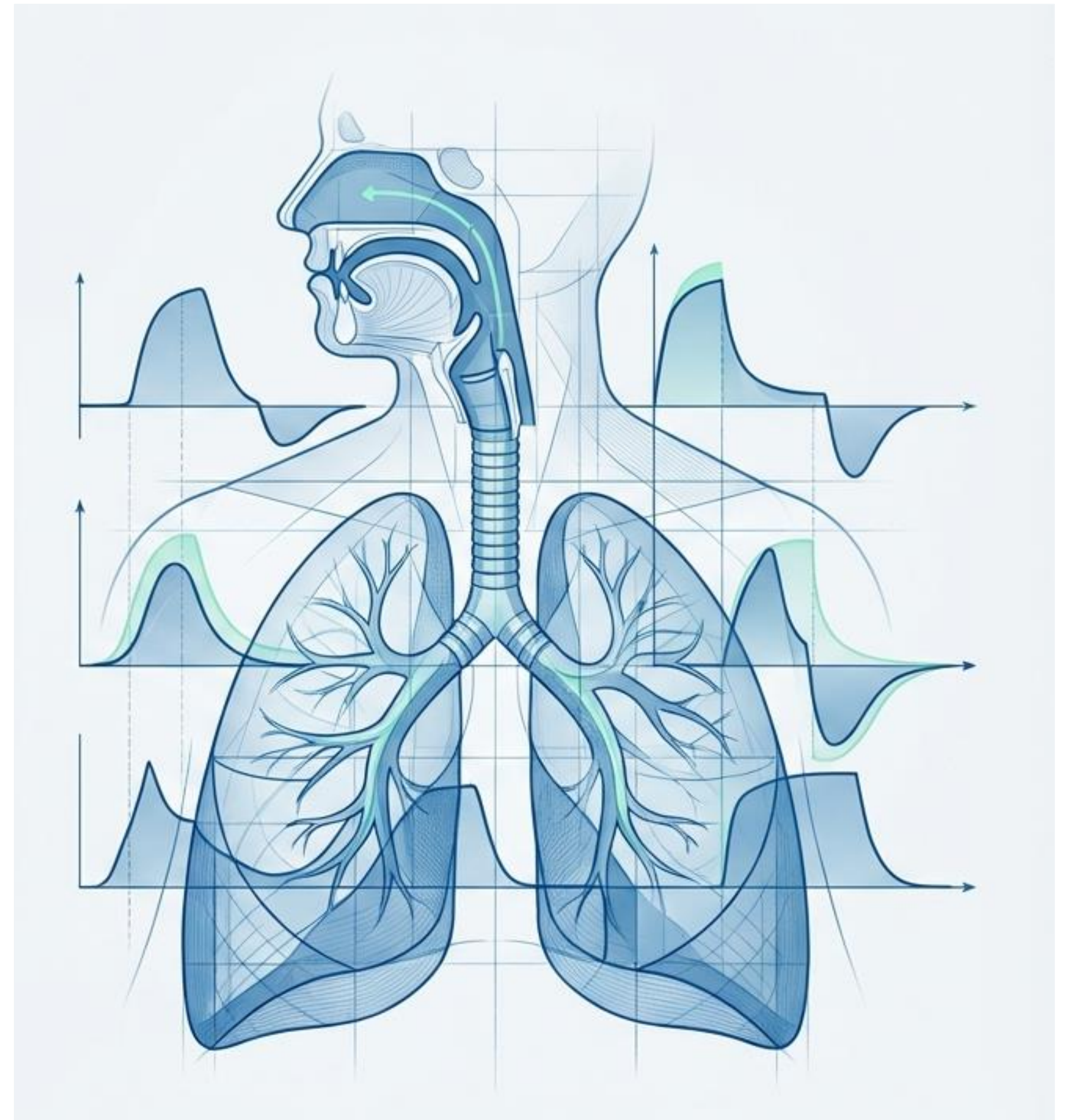


TIPOS DE VENTILADORES (SOPORTE VITAL VS DOMICILIARIOS). LA IMPORTANCIA DE LAS FUGAS EN VNI

NOELIA CARRIÓN
MÉDICA ESPECIALISTA EN NEUMOLOGÍA
CHGUV



Objetivos docentes

- **Analizar la importancia de la VMNI domiciliaria:** aumento constante de su prevalencia mundial, impulsado por la creciente cronicidad de las enfermedades respiratorias.
- **Comprender las diferencias técnicas:** Estudiar las características de los distintos equipos para optimizar el ajuste clínico.
- **Maximizar la adherencia del paciente:** Utilizar el conocimiento técnico para mejorar la comodidad y el seguimiento del tratamiento por parte del paciente.
- **Lograr una adaptación óptima e intercambio gaseoso:** Buscar la sincronía entre el paciente (fisiología) y el equipo (hardware/software).
- **Aprender a manejar las fugas,** resolver problemas de confort y desajustes entre el paciente y el ventilador

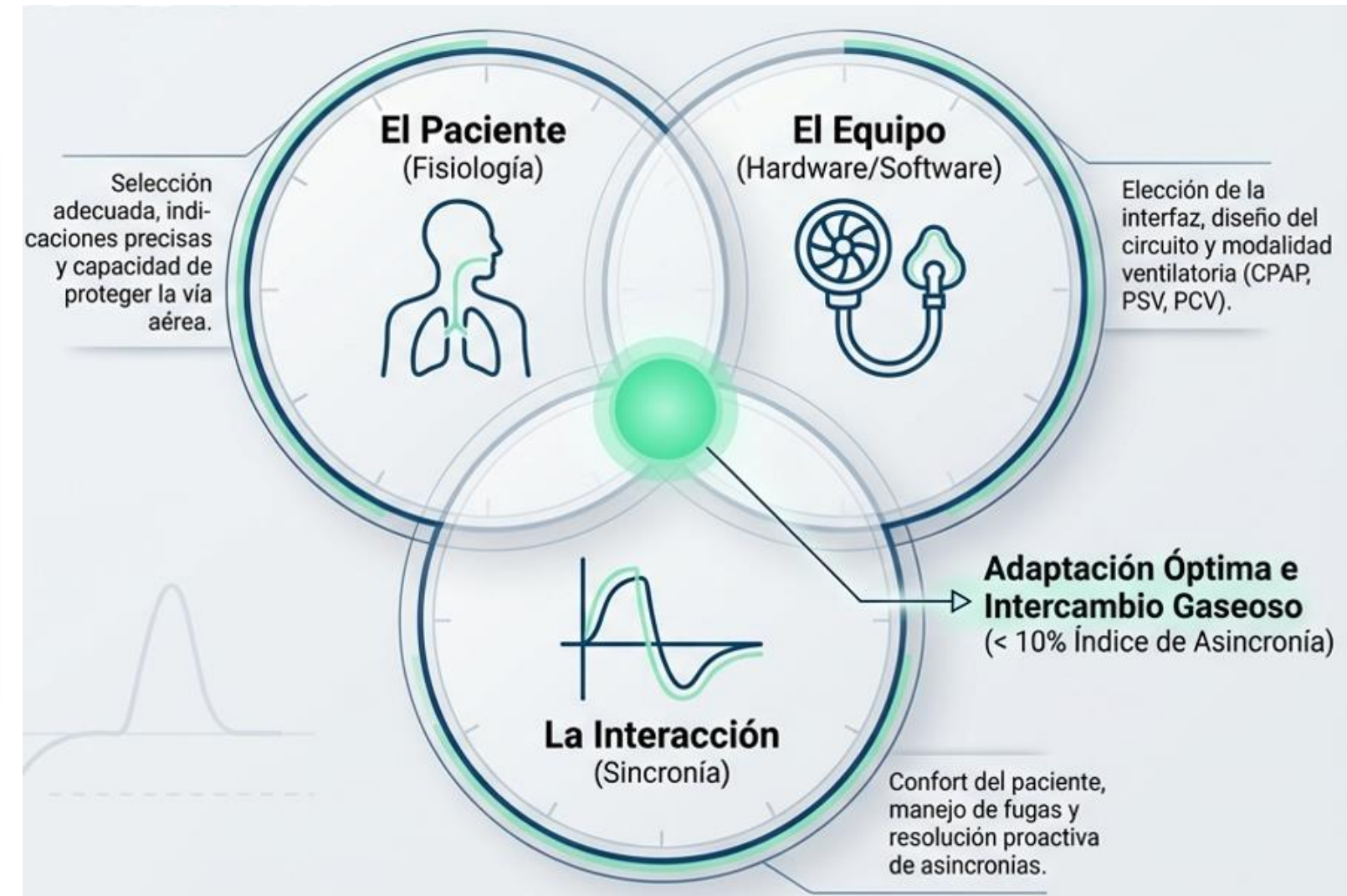
Importancia de la VMNI DOMICILIARIA

Contexto

- Aumento constante de la prevalencia mundial de la VMNI domiciliar impulsada por la creciente cronicidad de las enfermedades respiratorias.

Reto

- Comprender a fondo las diferencias técnicas entre los equipos para optimizar el ajuste clínico y maximizar la adherencia del paciente



Indicaciones clínicas para VMNI en domicilio



Enfermedades Neuromusculares (ENM)

Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA).

Distrofias musculares (ej. Duchenne).

Lesiones medulares.



Enfermedades Obstructivas

EPOC con hipercapnia severa crónica estable.

Pacientes EPOC tras una descompensación aguda.



Pared Torácica y Obesidad

Síndrome de Hipoventilación-Obesidad (SHO).

Deformidades torácicas restrictivas.

Transición: El puente a la cronicidad

Pacientes que sobreviven a un episodio de distrés respiratorio agudo y requieren soporte ventilatorio prolongado en el domicilio.

Clasificación y evolución tecnológica

Soporte Vital (Life-support)

Diseñados para pacientes altamente dependientes.

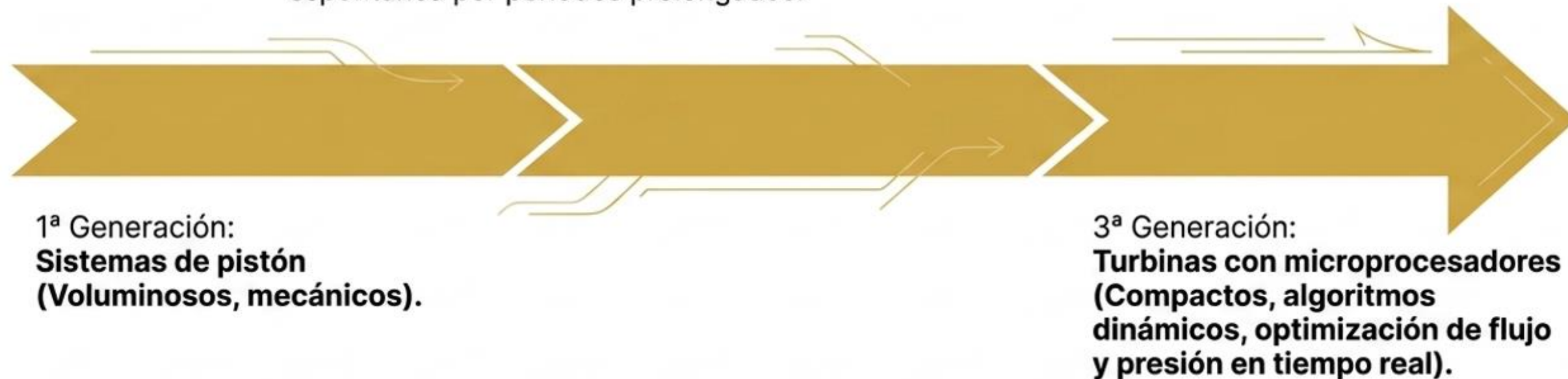
Uso continuo (>16 horas/día).

Incapacidad para mantener ventilación espontánea por periodos prolongados.

Soporte No Vital (Life-sustaining)

Indicados para uso intermitente o predominantemente nocturno.

Perfiles: EPOC, SHO, fases tempranas de ENM.



Comparación práctica: ventilación vital vs no vital

Soporte Vital		Soporte No Vital	
Uso:	>16h al día o dependencia total.	Uso:	Nocturno o intermitente (<16h).
Interfaz:	Traqueostomía o máscara facial/nasal.	Interfaz:	Exclusivamente máscara.
Batería Interna:	Robusta (3–9 horas) de autonomía garantizada.	Batería Interna:	Limitada o irrelevante (dependientes de red eléctrica).
Monitorización:	Completa, con alarmas sofisticadas y críticas.	Monitorización:	Básica, centrada en el cumplimiento y fugas.
Circuito:	Doble rama o rama única con válvula exhalatoria activa.	Circuito:	Generalmente rama única con puerto de fuga pasivo.

Precisión vs movilidad: el dilema del soporte ventilatorio

Ventilador de UCI



Infraestructura: Estacionarios, dependientes de tomas de pared.

Mecánica de Gases: Precisan suministro a alta presión (50 psi).

Oxigenación: Mezcladores integrados para una entrega exacta y precisa de la FiO₂.

Análisis: Monitorización avanzada en pantalla (curvas y bucles en tiempo real).

Ventilador Portátil/Domiciliario



Infraestructura: Ligeros, compactos y transportables.

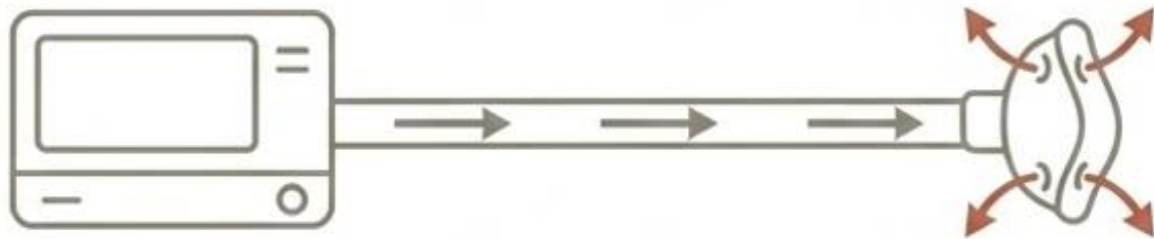
Mecánica de Gases: Operan mediante turbinas que captan aire ambiente.

Oxigenación: Entrada de O₂ de bajo flujo (menor precisión en la FiO₂ final si carecen de mezclador integral).

Análisis: Autonomía por batería, priorizando traslados y vida diaria.

Claves del circuito en la eliminación de CO₂

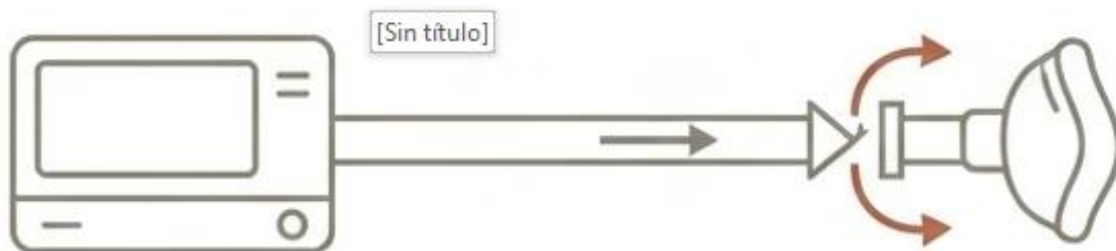
1. Puerto de Fuga (Vented / Rama Única):



Mecanismo: Exhalación pasiva. El CO₂ escapa por un orificio abierto constante.

Gestión: Requiere algoritmos de software específicos en la turbina para compensar la fuga intencional y estimar el Volumen Tidal (Vt).

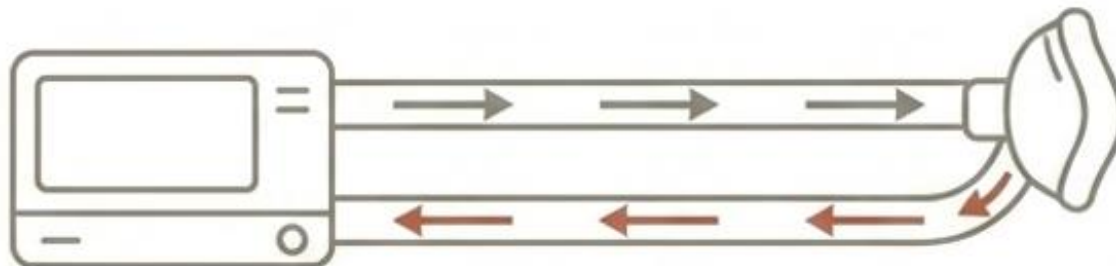
2. Válvula Exhalatoria (Non-vented / Rama Única Activa):



Mecanismo: Válvula mecánica que se abre activamente en espiración.

Ventaja: Permite la eliminación completa del CO₂ y es óptima para pacientes que requieren altas presiones inspiratorias (IPAP).

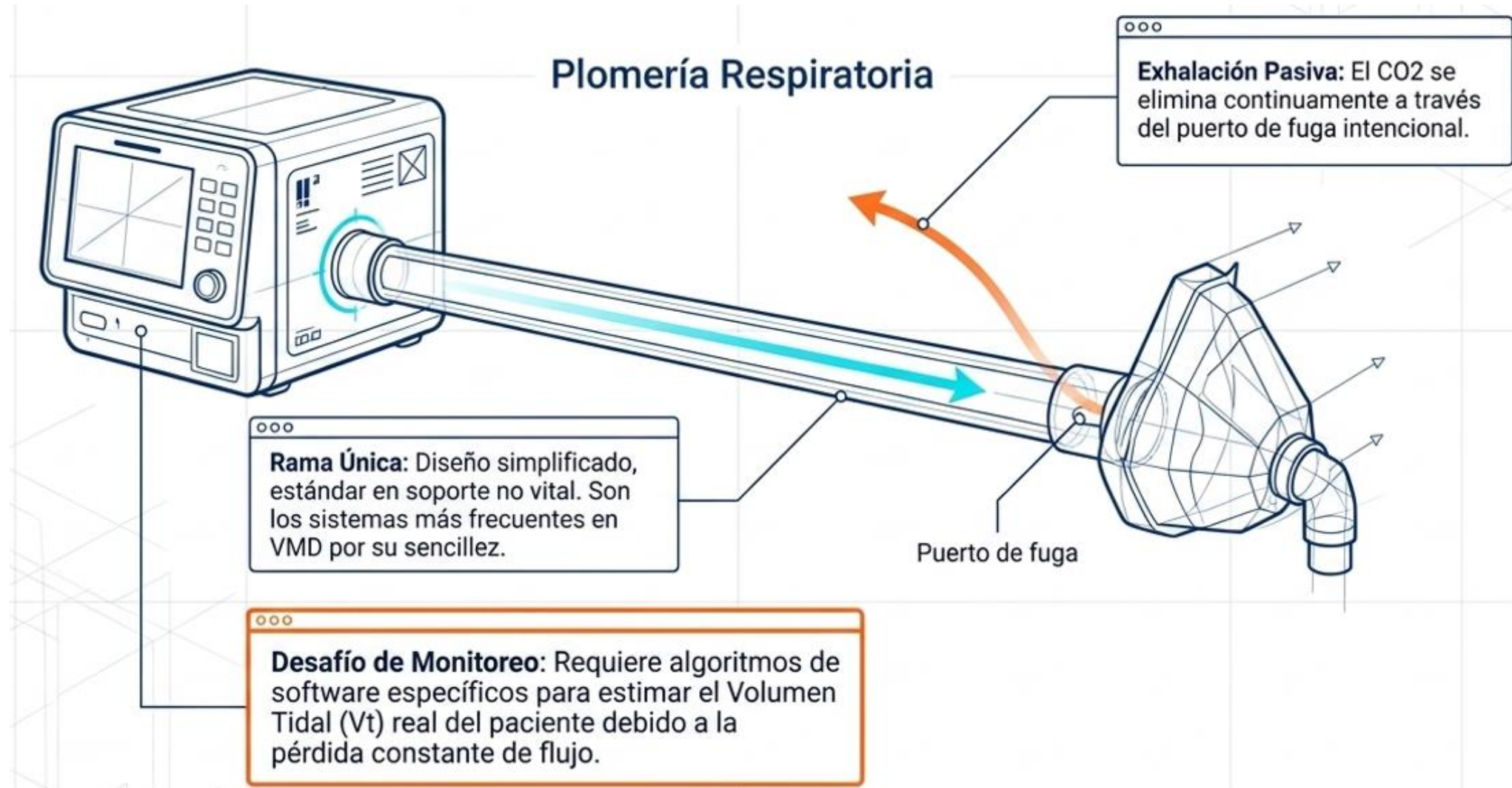
3. Circuito de Doble Rama:



Mecanismo: Circuito cerrado con vías separadas de inspiración y espiración.

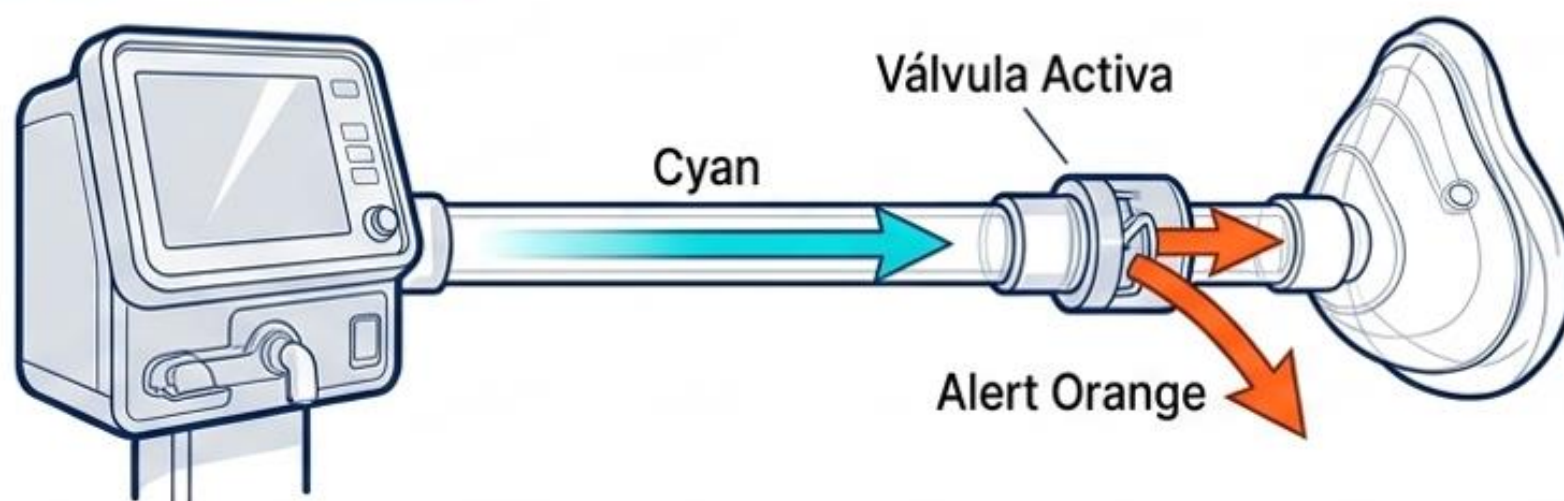
Ventaja: El estándar en UCI y soporte vital absoluto. Mide los volúmenes (Vt) inspiratorios y espiratorios directamente, sin estimaciones.

Circuito con fuga: diseño y funcionamiento



Válvula activa vs doble rama: claves prácticas

Diagram A - Non-Vented



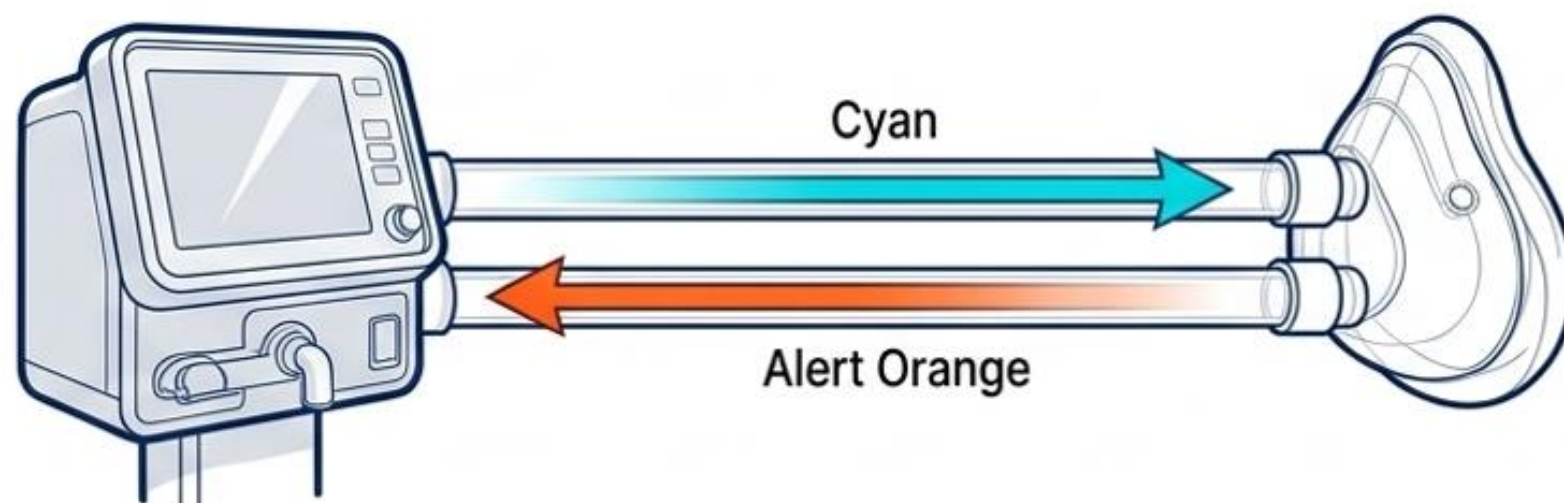
Válvula Activa (Non-vented):

Rama única con válvula de control activo.

Permite la eliminación completa del CO₂ sin fuga intencional.

Ideal para pacientes con altos requerimientos de IPAP.

Diagram B - Doble Rama



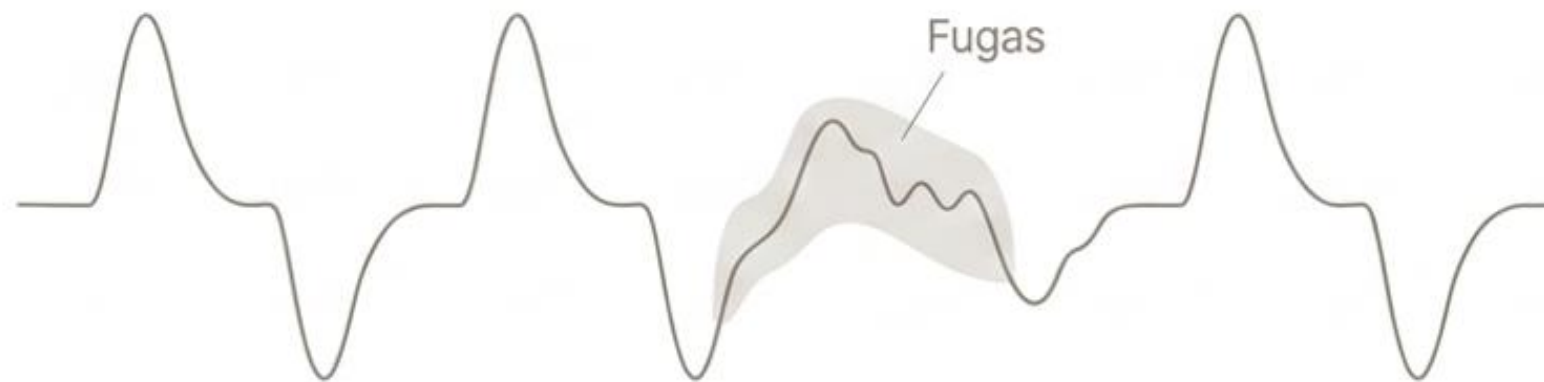
Doble Rama:

El estándar en UCI y Soporte Vital puro.

Permite medir el Volumen Tidal (V_t) inspiratorio y espiratorio directamente en la máquina, sin necesidad de algoritmos de estimación.

Monitorización y seguridad en el domicilio

Análisis de Software (Gestión Clínica)

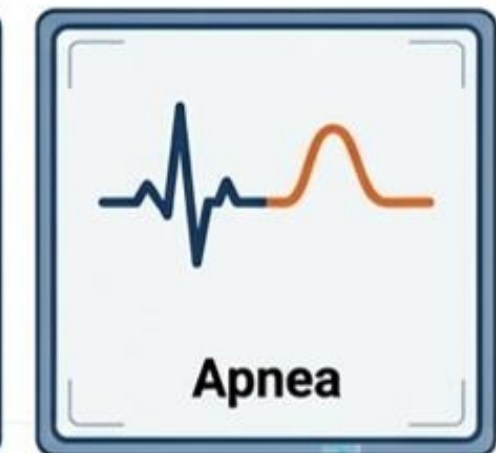


Monitorización de Fugas: Diferenciación algorítmica entre fugas intencionales (del puerto) y no intencionales (mal ajuste de la máscara).

Detección de Asincronías: Identificación de esfuerzos ineficaces o desajustes paciente-ventilador.

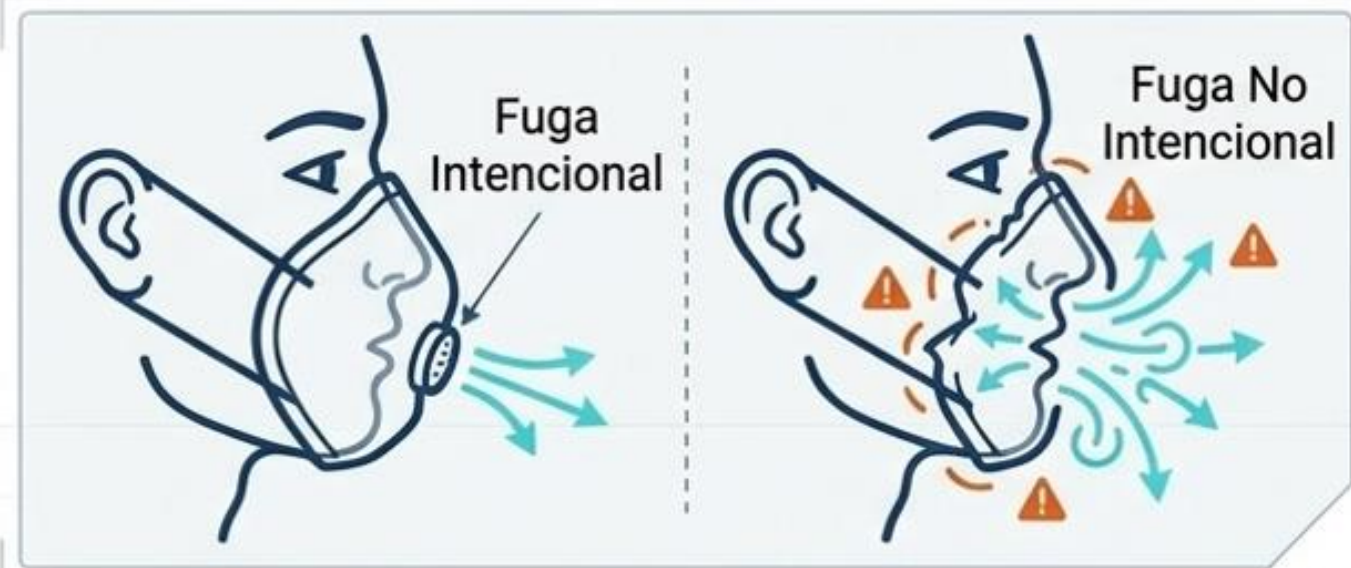
Estimación del Vt: Precaución: Existen diferencias críticas en cómo los algoritmos de distintos fabricantes calculan el volumen, especialmente ante fugas altas.

Alarmas Esenciales



Control de fugas y seguridad del sistema

El Desafío del Software



El software integrado debe analizar e identificar asincronías y separar la Fuga Intencional (puerto del circuito) de la Fuga No Intencional (mal sellado de máscara).

Advertencia Clínica: Existen diferencias críticas entre los algoritmos de estimación de Volumen Tidal (V_t) de distintos fabricantes, especialmente ante fugas altas.

Toma de decisiones en ventilación domiciliaria



Conclusiones y el futuro de la VMNI en domicilio

1

Personalización Estricta

La selección del dispositivo nunca es genérica. Debe basarse obligatoriamente en los requerimientos fisiológicos absolutos (soporte vital absoluto frente a soporte no vital nocturno).

2

La Eficiencia de la Rama Única

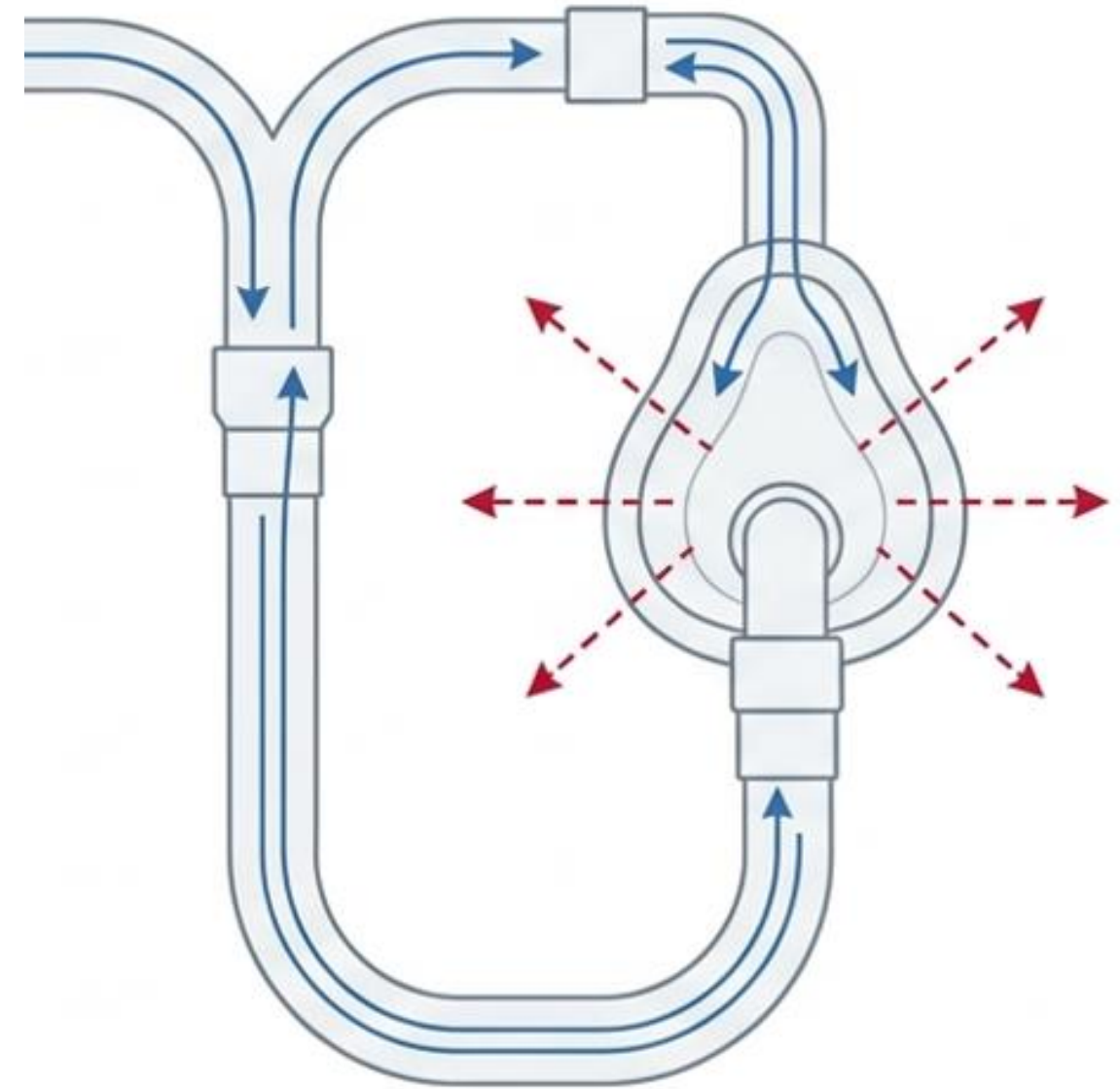
En el entorno domiciliario, los sistemas de rama única ventilados dominan el panorama actual. Su sencillez operativa, sumada a los potentes algoritmos de compensación de fugas, garantizan eficacia y confort.

3

Telemedicina y Conectividad

El futuro inmediato se centra en dispositivos más inteligentes. La transmisión de datos en la nube permite una monitorización remota proactiva, adelantándose a las descompensaciones y optimizando el seguimiento clínico a distancia.

LA IMPORTANCIA DE LAS FUGAS EN VMNI



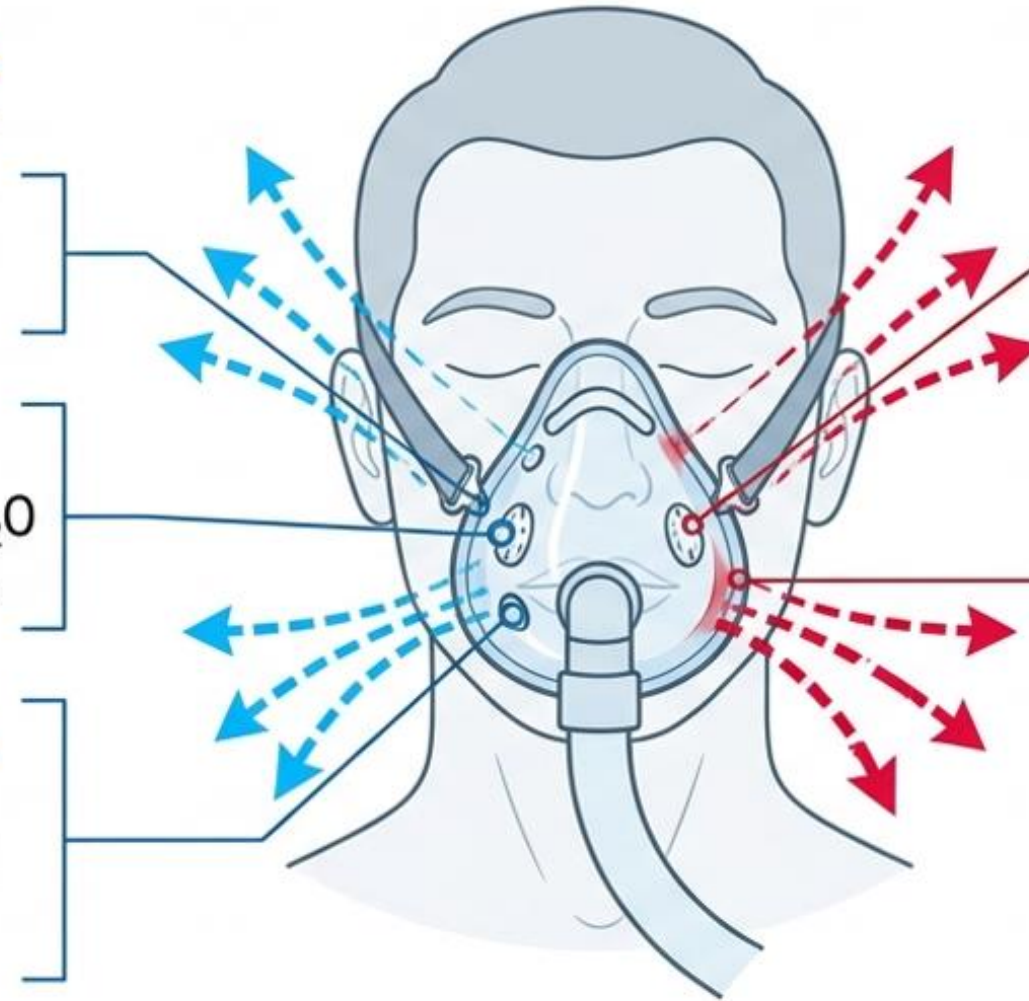
No todas las fugas son iguales...

Fugas Intencionales

Diseñadas para garantizar el aclaramiento de CO₂.

Whisper Swivel / Orificios:
Requieren una PEEP \geq 8 cmH₂O para una eliminación efectiva.

Válvula Exhalatoria Plateau:
Permite el lavado de CO₂ independientemente del nivel de PEEP.

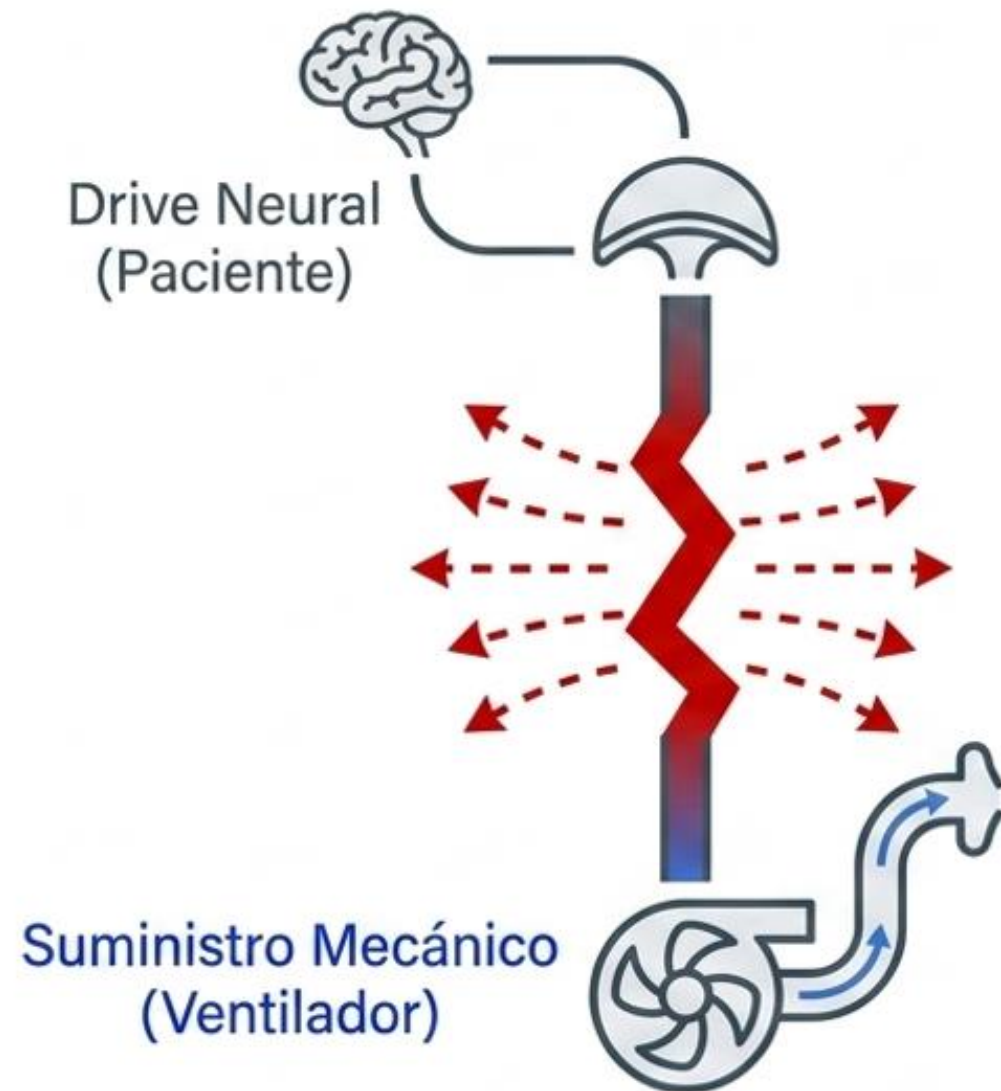


Fugas No Intencionales

Pérdida **patológica** de **presión** del sistema.

Consecuencias Fisiológicas:
Pérdida de PEEP, limitación del reclutamiento alveolar continuo y alteración severa de la mecánica respiratoria.

La fuga como elemento de disrupción del acoplamiento neuromecánico



1 El Problema Central

Las fugas de aire en la interfaz son la causa principal de la asincronía paciente-ventilador durante la VMNI, comprometiendo tanto el confort del paciente como el éxito del tratamiento.

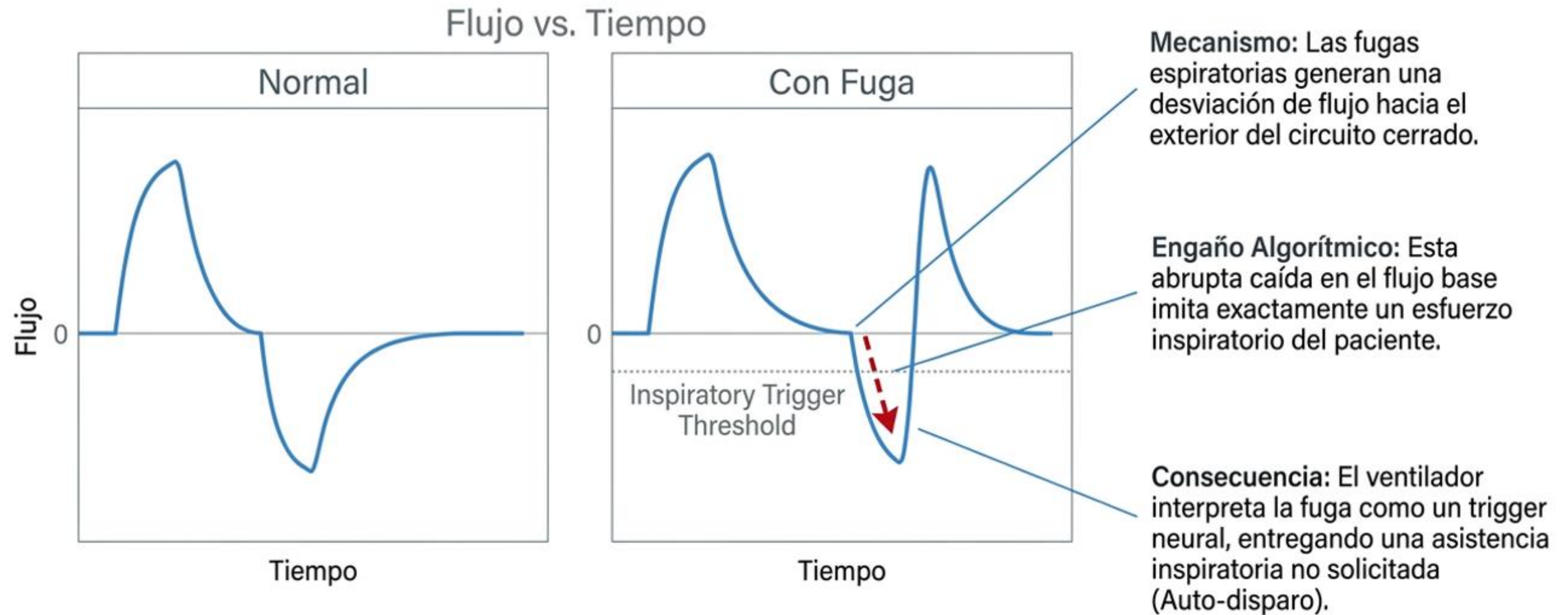
2 Impacto

La fuga altera la lectura de flujo y presión, haciendo que el algoritmo del ventilador pierda la visión real del ciclo respiratorio del paciente.

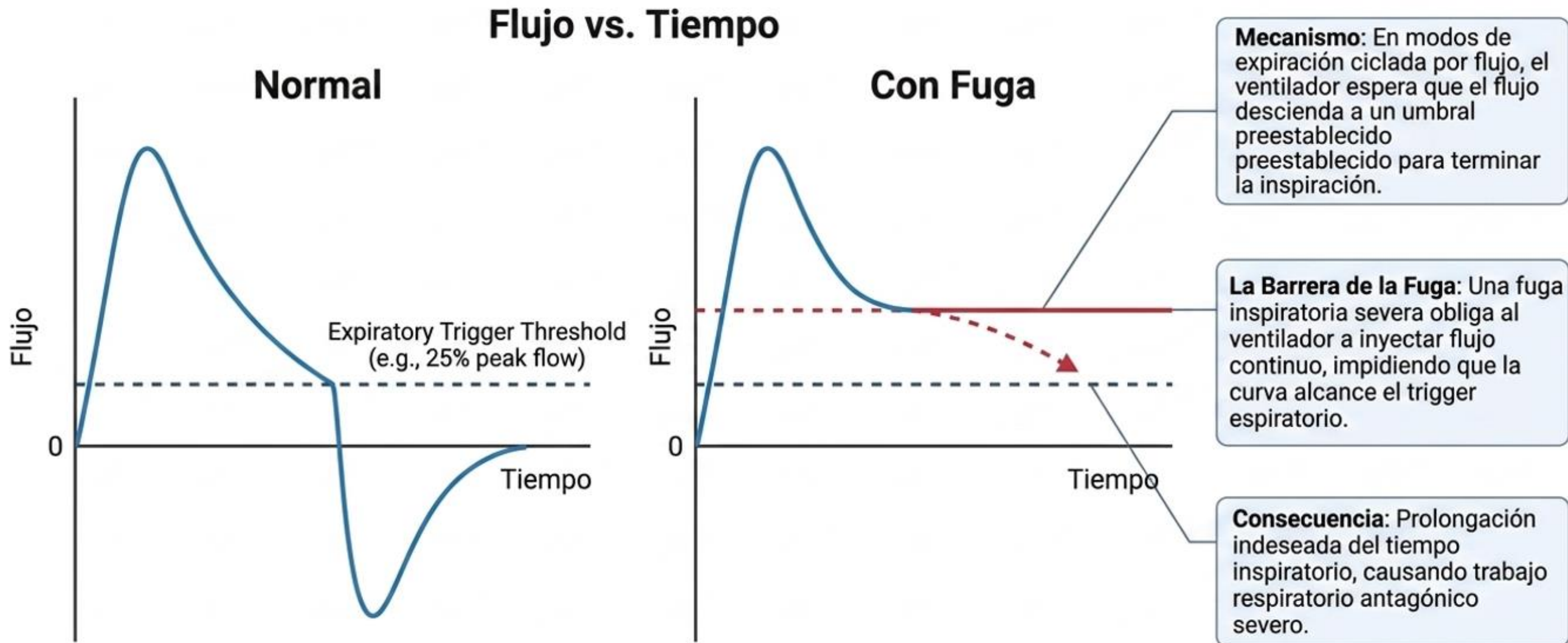
3 Manifestaciones Clínicas Primarias

1. Auto-disparo (Auto-triggering): Asociado a fugas espiratorias.
2. Ciclado Retrasado (Delayed cycling): Asociado a fugas inspiratorias.

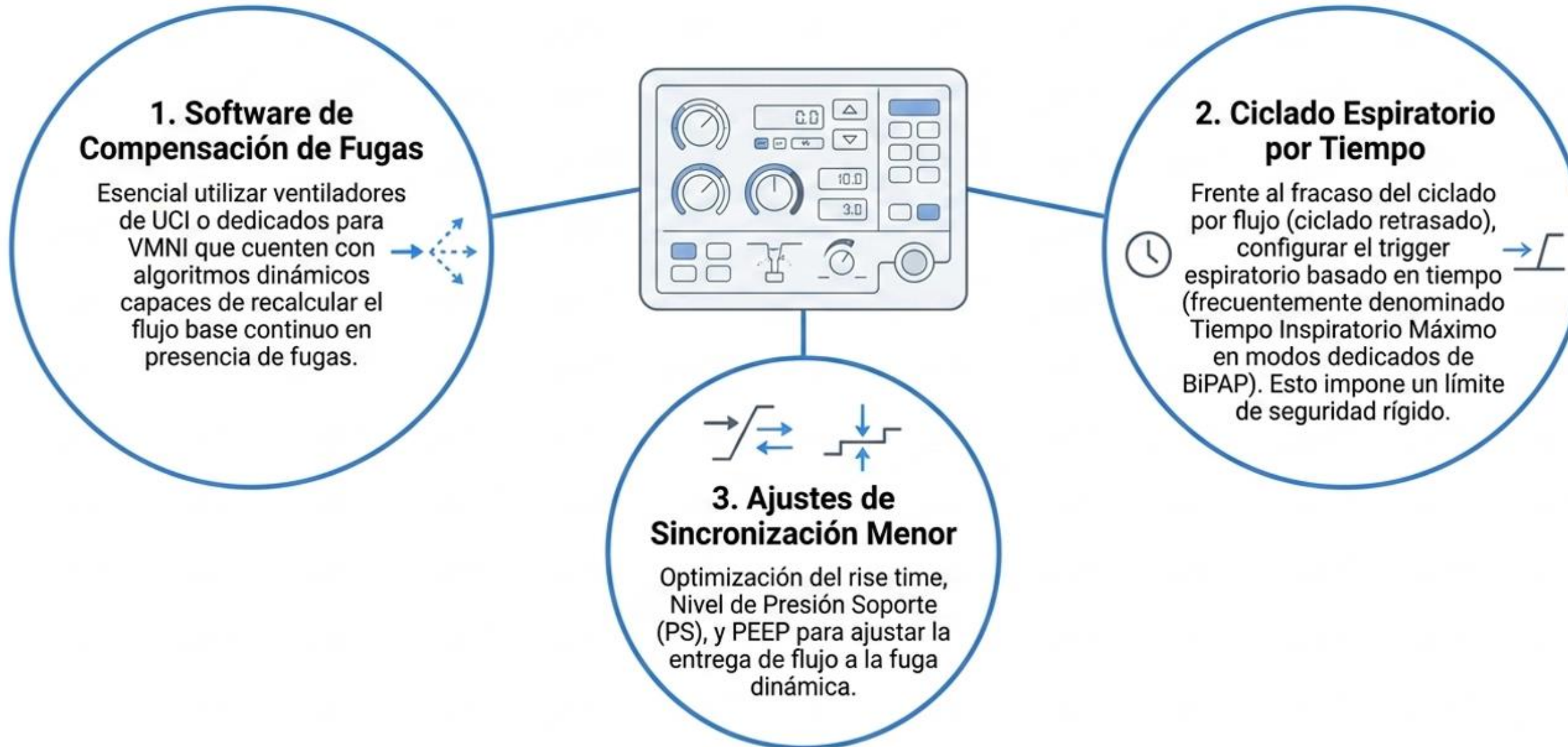
Fugas espiratorias: El origen del auto-disparo






Impacto de las fugas inspiratorias en el ciclado espiratorio



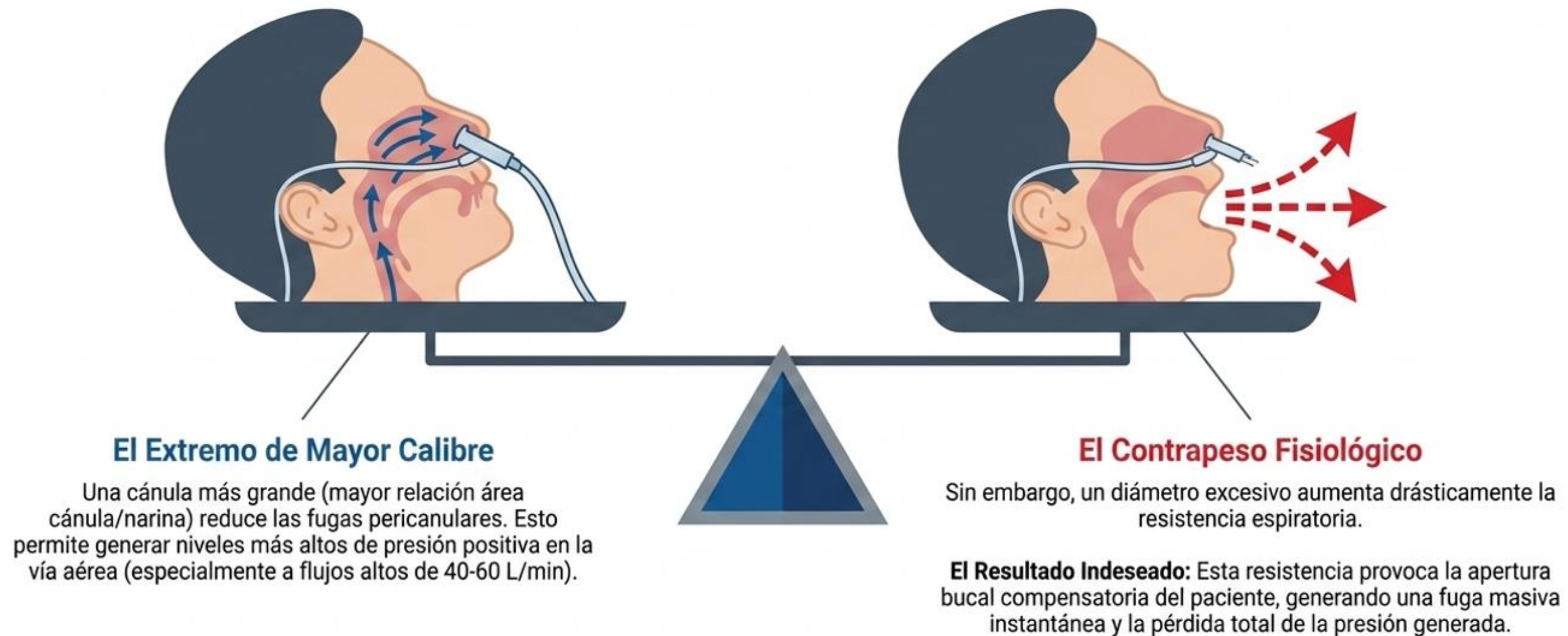
Estrategias de compensación del ventilador



Elección de interfaz: Implicaciones clínicas

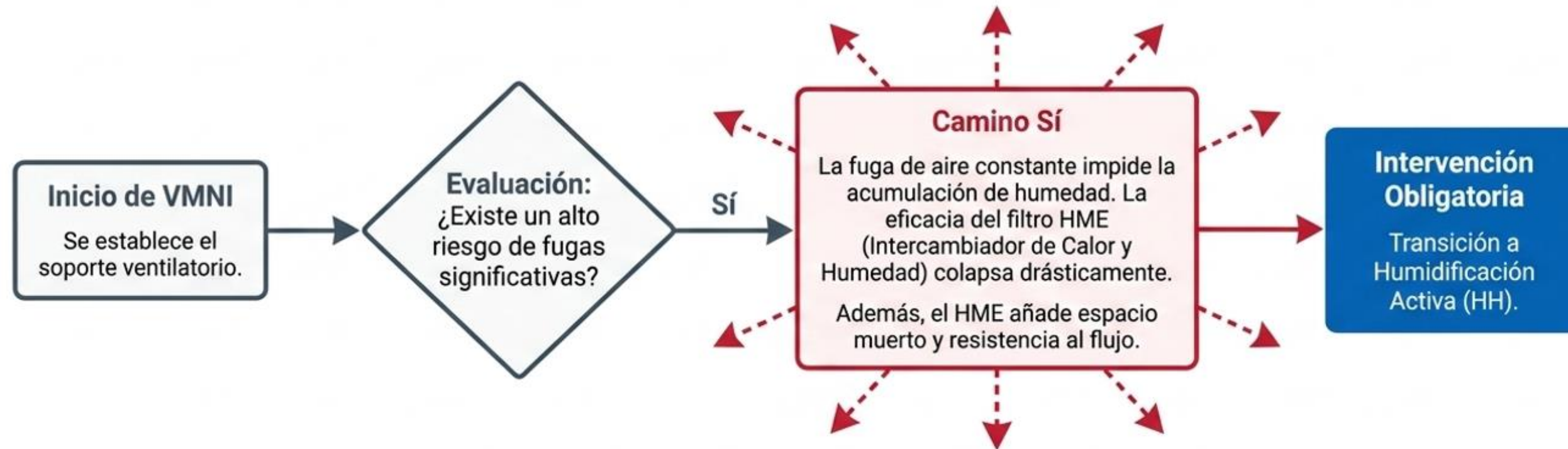
Interfaz	Riesgo de Fuga y Asincronía	Dependencia para Lavado de CO ₂	Solución Técnica Principal
 <p>Mascarilla (Oro-nasal/Facial)</p>	Alto. Alta vulnerabilidad a asincronías.	Requiere puertos intencionales o configuración de doble puerto	Diseños bajo la nariz para reducir lesiones; asegurar válvulas plateau.
 <p>Helmet (BiPAP)</p>	Bajo impacto clínico. El gran volumen amortigua la asincronía, pero ralentiza la presurización.	Alto riesgo de reinhalación. Requiere configuración específica (2 puertos) o PEEP \geq 12 cmH ₂ O.	Utilizar Helmets específicos para BiPAP: menor volumen interno, collar suave y anillo de apertura para reducir la complianza.
 <p>HFNT (Cánula Nasal)</p>	Variable (Depende de la relación cánula/narina y apertura bucal).	Excelente. El alto flujo continuo lava el espacio muerto anatómico.	Optimización del tamaño de la cánula

HFNT: Importancia del tamaño de la cánula



Considerar cánulas asimétricas para alterar la resistencia transversal y optimizar el confort sin sacrificar presión.

Fracaso de la humidificación pasiva en presencia de fugas



- **Configurar el humidificador activo entre 26-28 °C** (garantizando evaporación ≥ 10 mg/L de vapor de H₂O).
- **Beneficio Fisiológico:** La HH no solo previene la sequedad mucosal frente a flujos altos/fugas, sino que **mejora la ventilación alveolar, optimiza la eliminación de CO₂ y reduce el Trabajo Respiratorio (WOB)** comparado con el HME.

Optimización de fugas: Protocolo integral

1. Selección de Interfaz



Alinear el volumen interno y el tipo de sellado con el objetivo fisiológico.

Preferir Helmets de baja complianza específicos para BiPAP para minimizar retrasos de presurización.

2. Blindaje Algorítmico



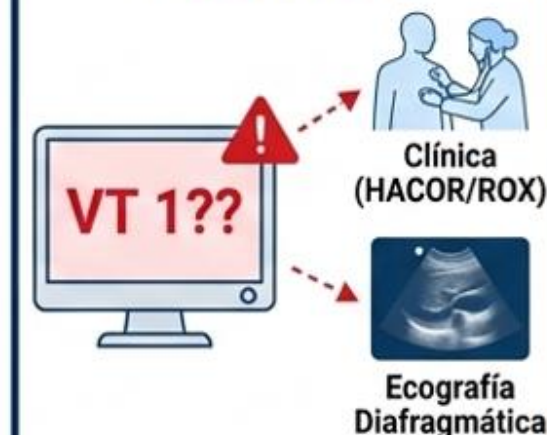
Activar siempre el software de compensación dinámica de fugas e imponer un límite de Tiempo Inspiratorio Máximo para truncar el ciclado retrasado inducido por fugas inspiratorias.

3. Rescate de Humidificación



Ante escenarios de alta fuga dinámica, abandonar filtros HME pasivos y escalar inmediatamente a Humidificación Activa (26-28 para preservar el aclaramiento ciliar y reducir el WOB).

4. Monitorización Alternativa



Asumir que la lectura de VT es errónea ante fugas masivas. Depender de la clínica (Índices HACOR/ROX), ecografía diafragmática, o escalar a monitoreo avanzado (EIT/Pes) para prevenir el P-SILI.

La Realidad Clínica: El Dilema de la Interfaz

(La VMNI es más arte que ciencia)

Ajuste Extremo

(El Sello Hermético)



Cero fugas y presiones mecánicas perfectas. Sin embargo, genera un altísimo riesgo de **dolor severo**, intolerancia del paciente y **lesiones o necrosis cutáneas**.



Ajuste Suelto

(El Confort del Paciente)



El paciente se relaja temporalmente al reducir la presión física. Sin embargo, resulta inevitablemente en fuga masiva, **asincronía** y **fracaso ventilatorio sistémico**.

*“Un prudente equilibrio entre la fuga y la presión sobre la piel debe lograrse cada vez.
El tiempo invertido en escuchar y motivar al paciente es tiempo bien invertido.”*

- Cabrini et al.

El factor humano en la VMNI: clave del éxito



Concluyendo...

1

Vigilancia rigurosa de las fugas: Un ventilador de alta gama pierde su utilidad si no se controlan las fugas importantes. Es vital extremar la atención fuera de las unidades de críticos, donde identificar desajustes entre el paciente y la máquina resulta más difícil

2

Prioridad a la calidad de la interfaz: La tecnología avanzada del aparato no puede compensar los problemas de una mascarilla inadecuada. Invertir en interfaces de alta calidad es una estrategia para lograr un ajuste anatómico perfecto en cada caso

3

El bienestar del paciente como guía del éxito: El tratamiento no será eficaz si no se consigue la colaboración activa del enfermo. La comodidad clínica es fundamental para que la terapia funcione, ya que, con frecuencia, las fugas son la forma en que el paciente manifiesta su malestar ante el tratamiento