

Modos Ventilatorios

Dr. José V. España Pino
Profesor de Ventilación Mecánica
Junio 2026

JVEP

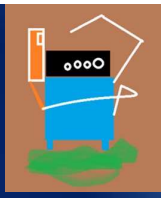
Que es un ventilador Mecánico ?

Un Ventilador Mecánico es una maquina Automática diseñada para proveer todo o Parte del trabajo que el cuerpo debe hacer Para mover aire dentro y fuera de los pulmones.



JVEP

Objetivos de la VM



1.– Ventilación: Disminuir el trabajo respiratorio

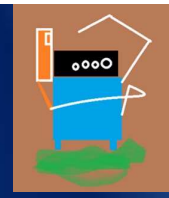
mantener

- PaCO2 entre 35 y 45 mmH.
- Ph entre 735 y 745.
- Presión meseta < 30 cm H2O

VC mas la FR = VM

JVEP

Objetivos de la VM



2.– Oxigenación : **Buen intercambio de O2**

mantener

PaO2 > 60 mmHG.

FIO2 < 0.60.

Saturación O2 > 90.

FiO2 PEEP Posición paciente

JVEP

PANEL DE OBJETIVOS DUALES

VENTILACIÓN

Objetivo: Disminuir el trabajo respiratorio

- PaCO2: 35 – 45 mmHg
- pH: 7.35 – 7.45
- Presión Meseta: < 30 cmH2O

VC + FR = VM

OXIGENACIÓN

Objetivo: Buen intercambio de O2.

- PaO2: > 60 mmHg
- SatO2: > 90%
- FiO2: < 0.60

Variables Ajustables:

- FiO2
- PEEP
- Posición del paciente

NotebookLM

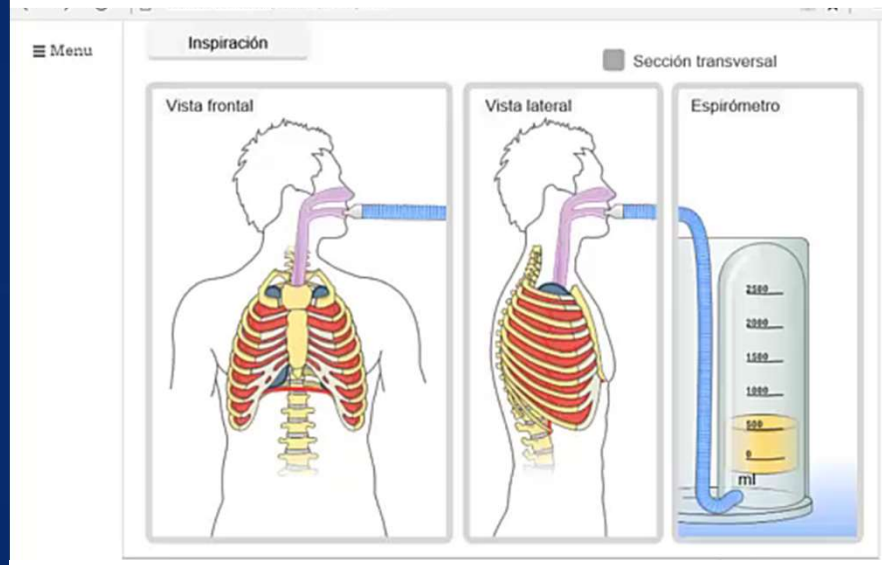
Que son los Modos Ventilatorios



Son las diferentes formas y maneras que Tiene el ventilador Mecánico. , para suministrar el Volumen Corriente Seleccionado para el paciente .

JVEP

Que es el Volumen Corriente

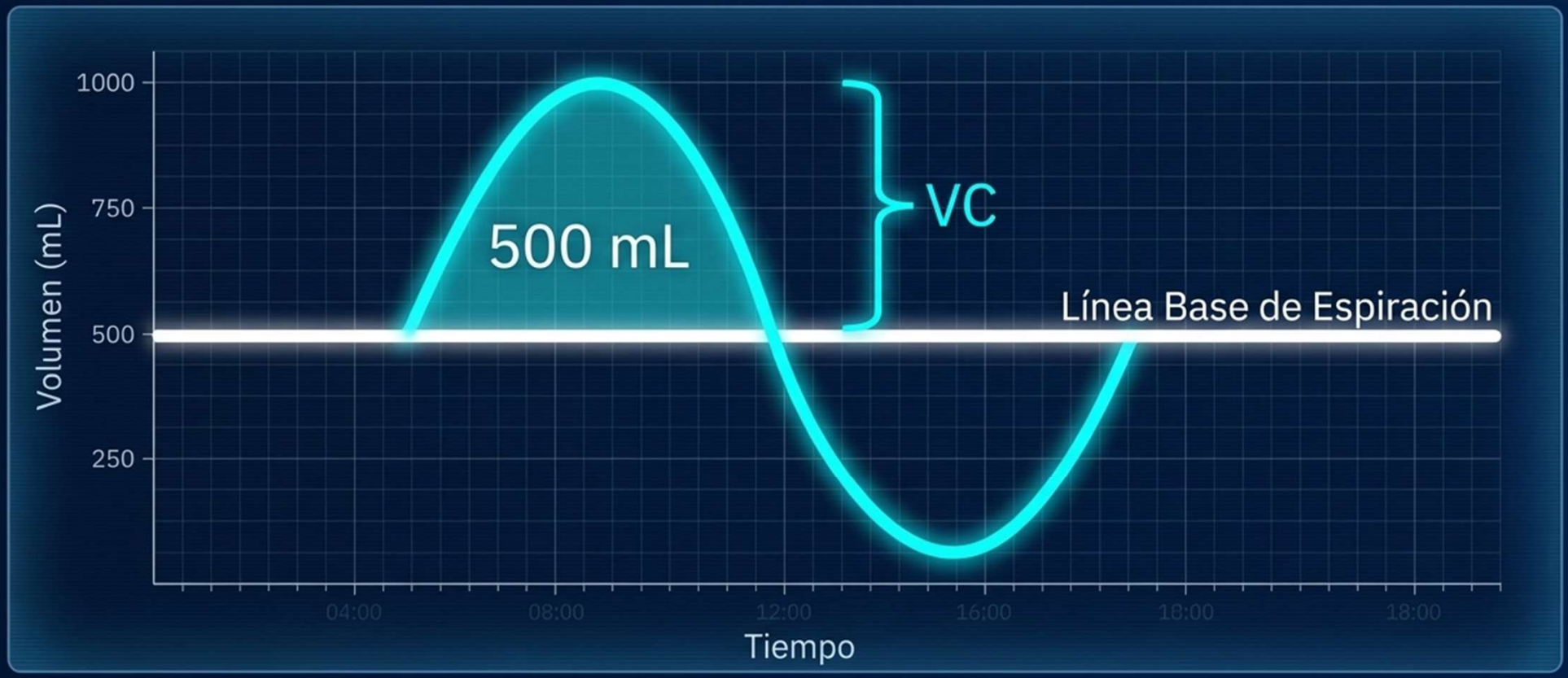


Es la cantidad de aire que Introducimos a los pulmones después de una inspiración normal.
Este es generalmente medido en la fase espiratoria.

JVEP

Volumen Corriente (VC)

La cantidad de aire introducida a los pulmones tras una inspiración normal. Medida y monitorizada en la fase espiratoria.



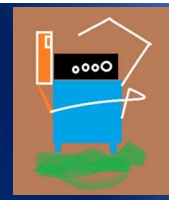
NotebookLM



Como calculamos el Volumen Corriente que va a recibir el Paciente por el VM

JVEP

El VC se calcula en base al peso ideal Del paciente.



Peso ideal = Altura en cm – 100 +((edad/10) x 0.9)

Hombre = (altura en cm)^2 x 23 / 10.000

Mujer = (altura en cm)^2 x 21,5 / 10.000



JVEP


ASV
Objetivo
Modo
Standby
00:00:16
El paciente no está siendo ventilado.
Desactive el humificador.
100
%
%VolMin
5
cmH2O
PEEP/CPAP
50
%
Oxígeno
Neonatal
Adulto/Ped.
Últ. paciente
Adulto/Ped. 1
Adulto/Ped. 2
Adulto/Ped. 3
Hombre
Mujer
170
cm
Altura pac.
66
PCI
kg
Compr. Prev
Comenzar ventilación
Controles
Alarmas
Monitorización
Gráficos
Herramientas
Eventos
Sistema
2023-07-01
07:57

VC = Peso i Kg x 4-10 ml



N= 6-8 ml x KGpi

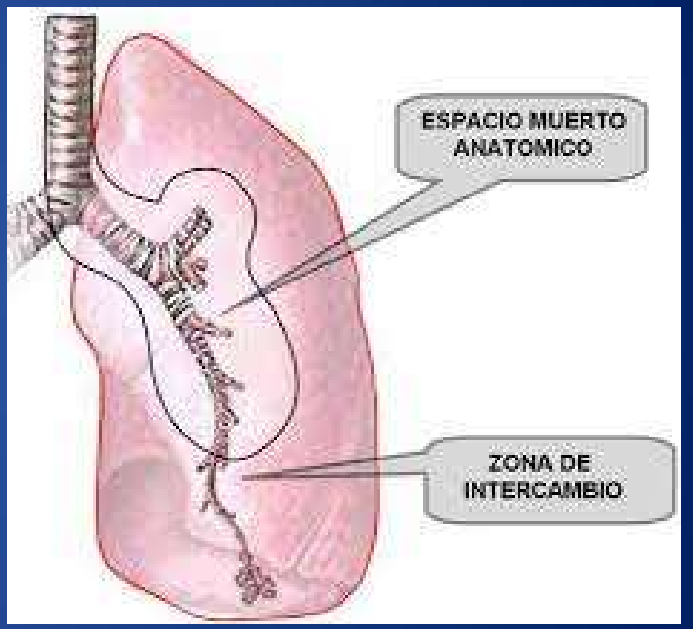
4-10 ml dependen de la enfermedad del paciente que requiere de AVM

JVEP

Ventilación alveolar

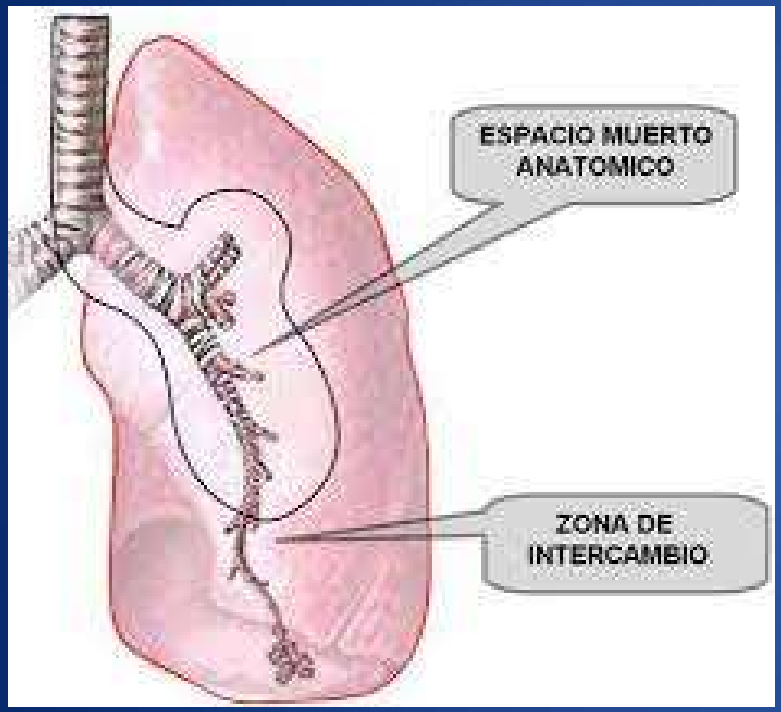
- Ventilación alveolar = V_A
- Volumen corriente = V_C
- Espacio muerto fisiológico = V_D

$$V_A = (V_C - V_D) \times \text{Frecuencia respiratoria}$$

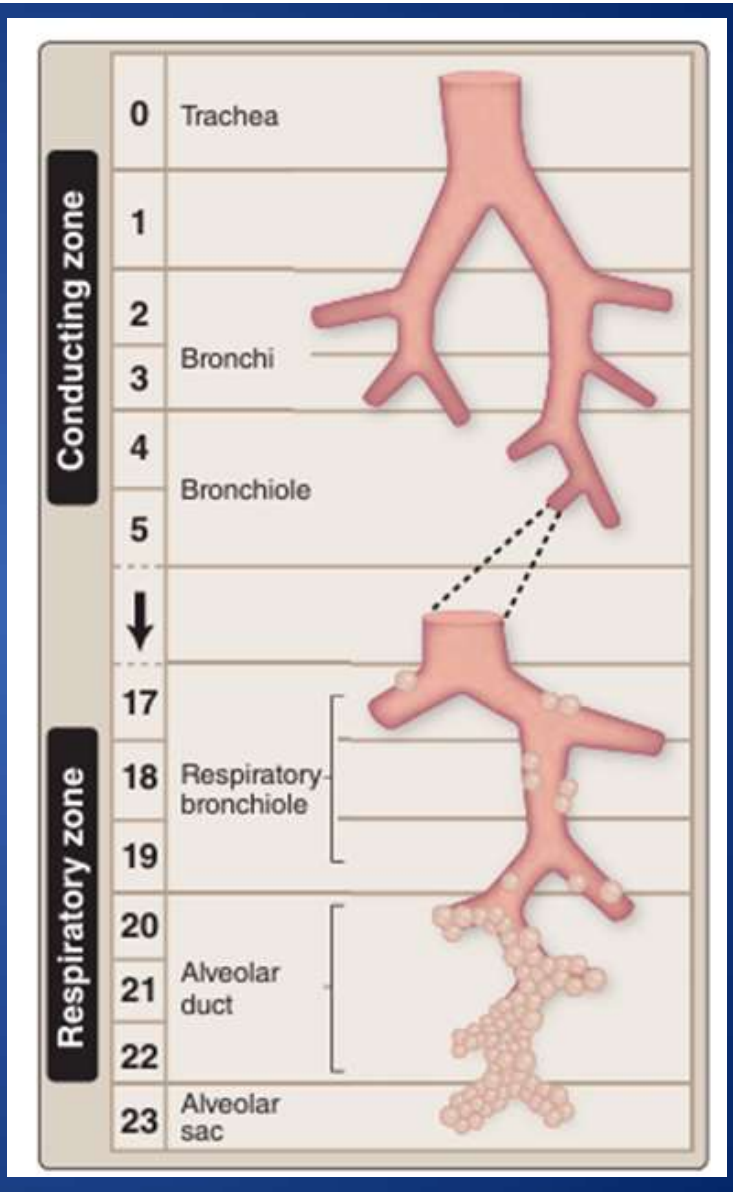


JVEP

Espacio muerto anatómico



Espacio muerto anatómico es = al peso en kg-p x 2



JVEP

Ventilador



450 ml

Espacio muerto 150 ml

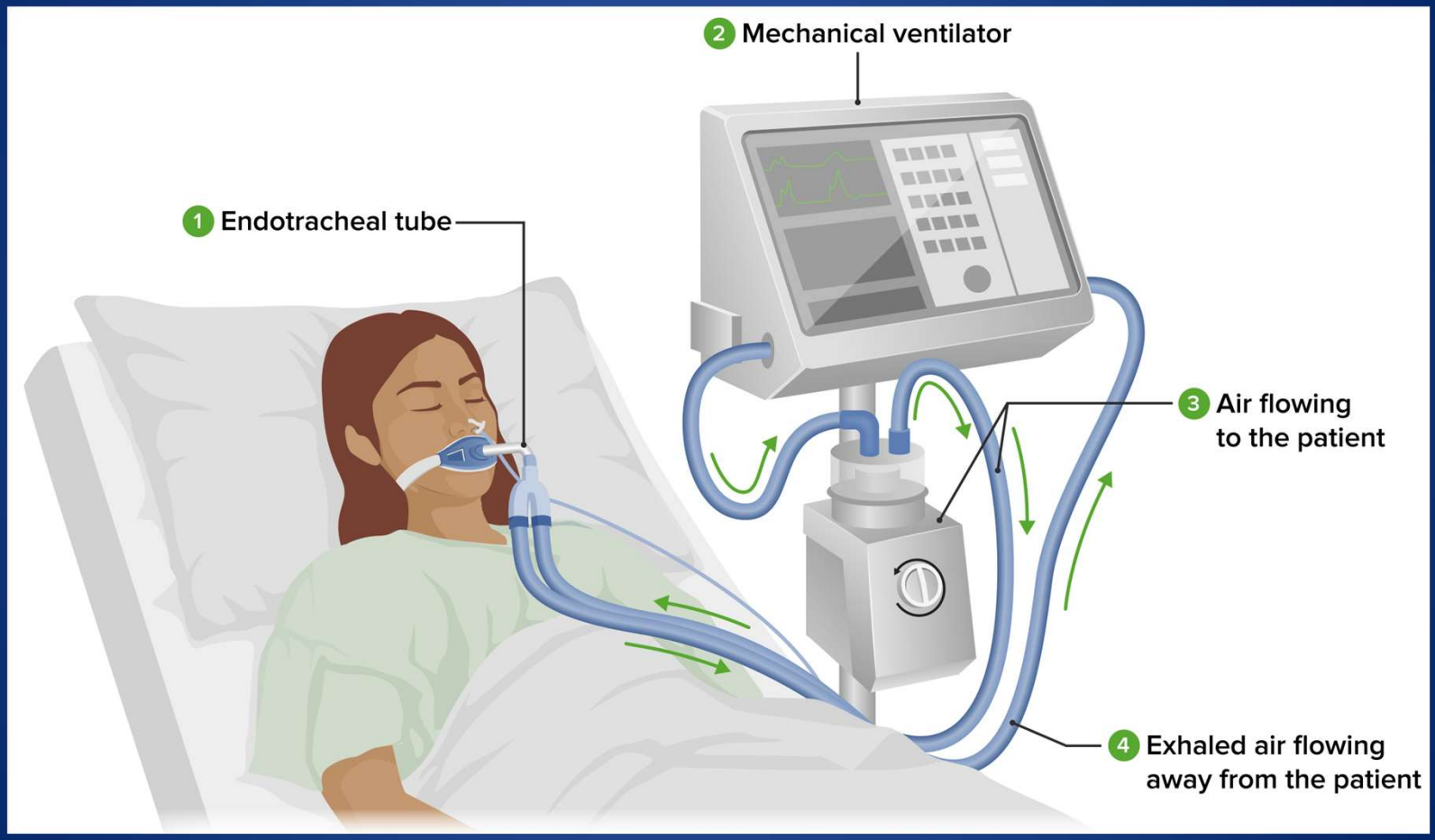
300 ml

Paciente

$$V_A = (V_C - V_D) \times \text{Frecuencia respiratoria}$$

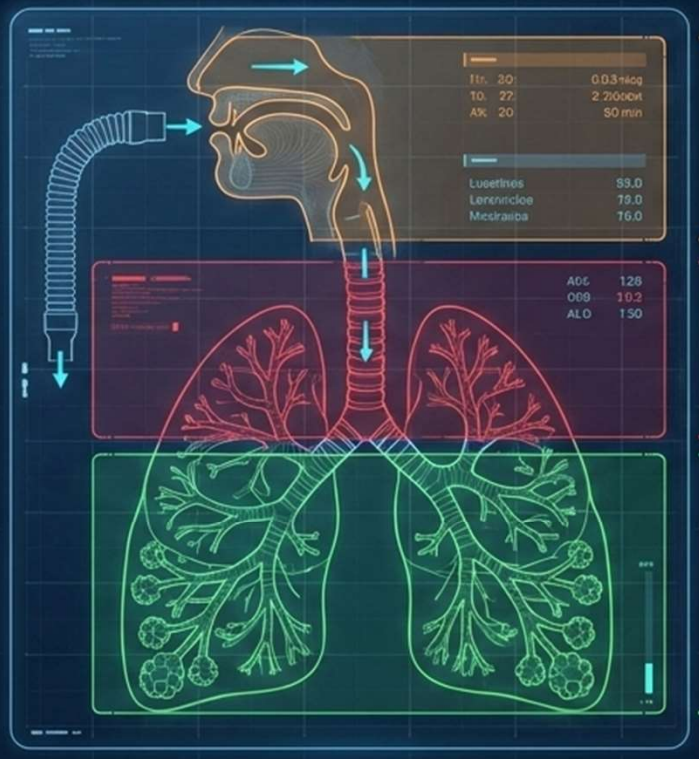
JVEP

Espacio muerto del ventilador



La Realidad Fisiológica: Espacio Muerto (VD)

El VC suministrado enfrenta dos obstáculos principales antes de lograr el intercambio gaseoso.



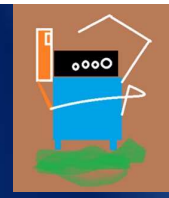
Zona 1: Espacio Muerto del Ventilador (Tubuladuras externas y volumen de compresión de la máquina).

Zona 2: Espacio Muerto Anatómico (Zona de conducción fisiológica: tráquea, bronquios).

Zona 3: Zona de Intercambio (Sacos alveolares: donde ocurre la ventilación útil).

NotebookLM

Ventilador 450 ml



Vol compresión
1ml x Presión

50

400
ml

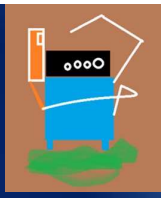
Espacio muerto
150 ml

Paciente

250
ml

VA = (Vc –Vd - VCp) x Frecuencia respiratoria

JVEP

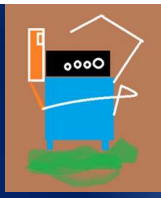


Los parámetros mas importantes a Manejar en VM para la ventilación son:

El VC y la FR

Y para vigilar la Presión en el VM

JVEP



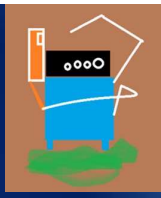
Una vez indicada la ventilación Mecánica.

¿ Es VM Invasiva o no invasiva ?

JVEP

Es invasiva

Ventilación Mecánica invasiva



Debe de escogerse el modo de Ventilación que mas ventajas Tenga para la condición del paciente

¿El Apoyo será parcial o total ?

JVEP

Apoyo Ventilatorio Mecánico: Total vs. Parcial

La ventilación mecánica es un proceso automático diseñado para sustituir o ayudar al sistema respiratorio. La diferencia clave radica en qué porcentaje del trabajo realiza la máquina frente al esfuerzo activo del paciente para asegurar una ventilación alveolar adecuada.

APOYO VENTILATORIO TOTAL (AVT)



El ventilador asume la totalidad del trabajo

La máquina suministra el volumen corriente (VC) y controla la frecuencia respiratoria (FR).

Control absoluto del ciclo

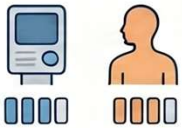
El ventilador puede controlar la FR totalmente o en conjunto con el paciente.

Modos principales de AVT

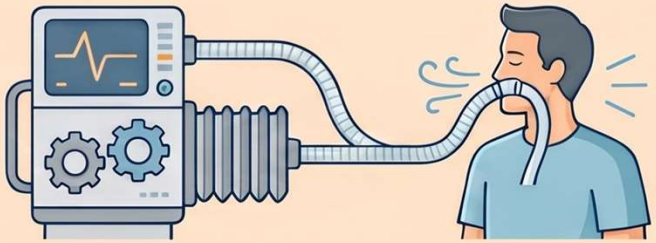


- **Controlado (VMC)**
- **Asistido (VMA)**
- **Asistido-Controlado (VMAC)**

COMPARATIVA DE TRABAJO

Apoyo Total	Apoyo Parcial
Origen del Trabajo	
 Mayoría/Totalidad por ventilador	 Esfuerzo compartido
Volumen Corriente (VC)	
 Suministrado por la máquina	 Asistido o iniciado por el paciente
Objetivo Principal	
 Sustitución completa del esfuerzo	 Complemento a la ventilación propia

APOYO VENTILATORIO PARCIAL (AVP)



Esfuerzo compartido paciente-ventilador

El ventilador suministra solo una parte de la ventilación mientras el paciente participa activamente.

Participación activa del paciente

El paciente complementa el esfuerzo para asegurar la ventilación alveolar necesaria.

Modos principales de AVP

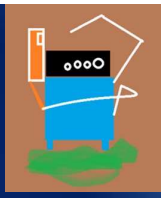


- **SIMV**
- **Soporte de Presión (PSV)**
- **CPAP**

NotebookLM

Que significa apoyo total

Que solo el ventilador suministre el VC



Inicialmente se prefiere un modo En el cual el ventilador suministre el volumen corriente

Y la frecuencia dependa del

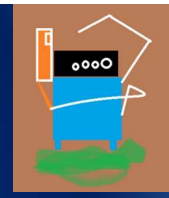
Ventilador

Paciente

Ambos

JVEP

Quien la inicia ?



Si la inicia el paciente es asistida

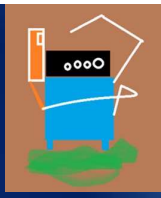
Si la inicia la maquina es controlada

Si participan los dos es asistida controlada

De aquí sale la frecuencia del ventilador

JVEP

Resumen



El volumen Corriente para el paciente lo suministra el ventilador

Ya sea limitando la Presión o el volumen en la inspiración

La frecuencia con la cual se suministra el VC al paciente

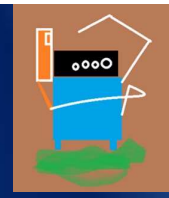
Depende del ventilador.

Depende del paciente.

Depende de ambos.

JVEP

Fase I quien inicia ?



Paciente o Maquina

PACIENTE

Asistida

FRECUENCIA RESPIRATORIA

MAQUINA

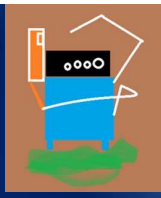
Controlada

Asistida/controlada

PACIENTE MAQUINA

Toda el VC lo da el ventilador

JVEP



Ventilación mecánica controlada

El ventilador controla el VC y la FR

JVEP

Modo Controlado

VM = VC × FR



El volumen corriente y la frecuencia respiratoria dependen totalmente del ventilador.

1. ¿Quién Inicia? (Trigger):

El Ventilador Mecánico

2.- ¿Quién da el VC:

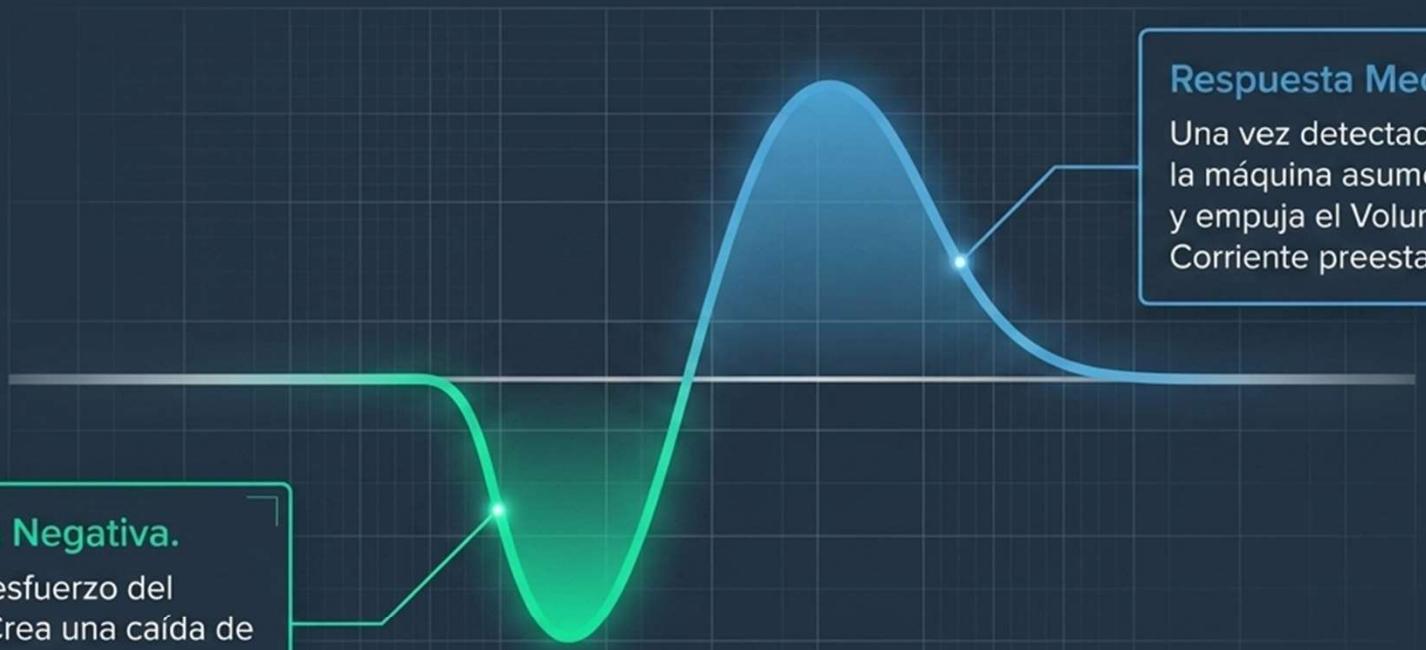
El Ventilador Mecánico

3. Resultado Clínico:

El paciente no realiza ningún esfuerzo respiratorio. Total dependencia del ventilador.

NotebookLM

Anatomía de un Trigger (El Esfuerzo Biológico)



Respuesta Mecánica.

Una vez detectado el trigger, la máquina asume el control y empuja el Volumen Corriente preestablecido.

Deflexión Negativa.

Este es el esfuerzo del paciente. Crea una caída de presión o flujo que el ventilador detecta.

NotebookLM

Modo Asistido

VM = VC × FR

El volumen corriente depende del ventilador y la frecuencia respiratoria depende del paciente.



1. ¿Quién Inicia? (Trigger):

El Paciente

2.- ¿Quién da el VC:

El Ventilador Mecánico.

3. Resultado Clínico:

El paciente dicta el ritmo; la máquina hace el trabajo pesado de la entrega.

NotebookLM

Modo Asistido-Controlado

VM = VC × FR

El volumen corriente depende del ventilador y la

frecuencia respiratoria del ventilador y del paciente.



1. ¿Quién Inicia? (Trigger):

El Paciente y el Ventilador.

2.- ¿Quién da el VC:

El Ventilador Mecánico.

3. ¿Resultado clínico?

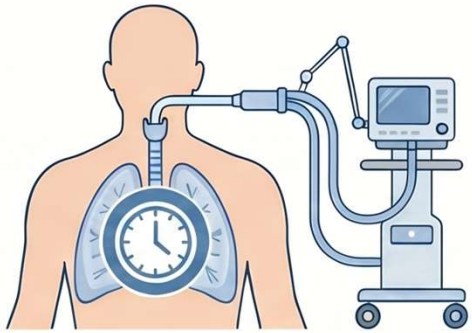
La Máquina (garantiza el VC en cada ciclo, sin importar quién lo inició).

NotebookLM

Modos de Ventilación Mecánica: Dinámica de la Fase Inspiratoria

Contexto: La ventilación mecánica provee parte o la totalidad del trabajo respiratorio.
Los modos se definen por la interacción entre el paciente y la máquina durante la fase inspiratoria.

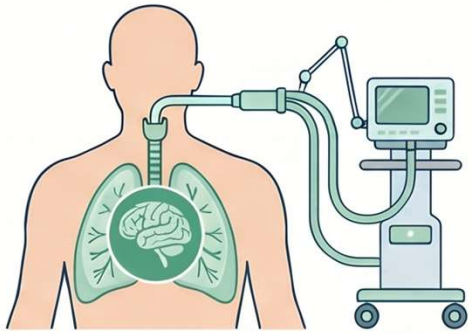
Modo Controlado (Mandatorio)



La máquina tiene el control total: inicia el ciclo y suministra el volumen.

¿Quién inicia el ciclo? (Disparo)	¿Quién suministra el aire?
Máquina (Ventilador)	Máquina (Ventilador)

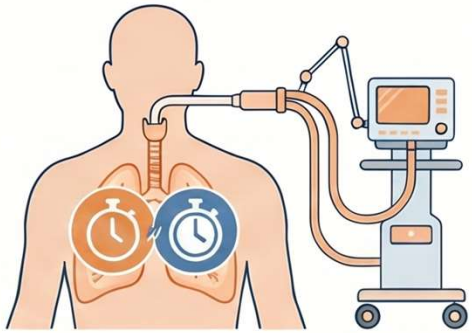
Modo Asistido



El paciente inicia el ciclo (disparo), pero la máquina entrega el volumen corriente.

¿Quién inicia el ciclo? (Disparo)	¿Quién suministra el aire?
Paciente	Máquina (Ventilador)

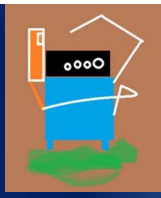
Modo Asistido-Controlado



Ambos pueden iniciar la respiración mientras la máquina asegura el volumen de aire.

¿Quién inicia el ciclo? (Disparo)	¿Quién suministra el aire?
Paciente o Máquina	Máquina (Ventilador)

NotebookLM



Fin de la primera parte

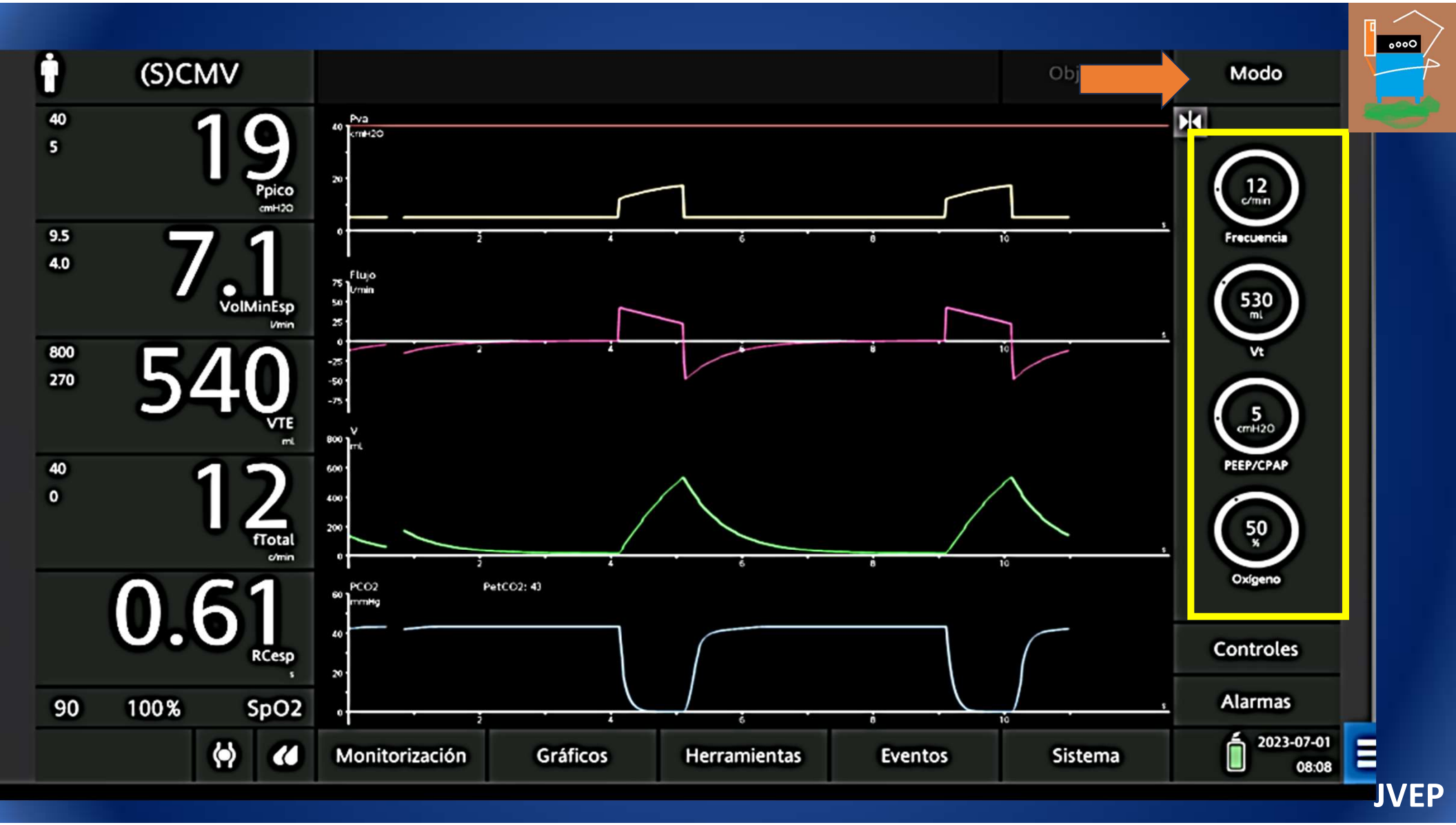
De los

Modos ventilatorios

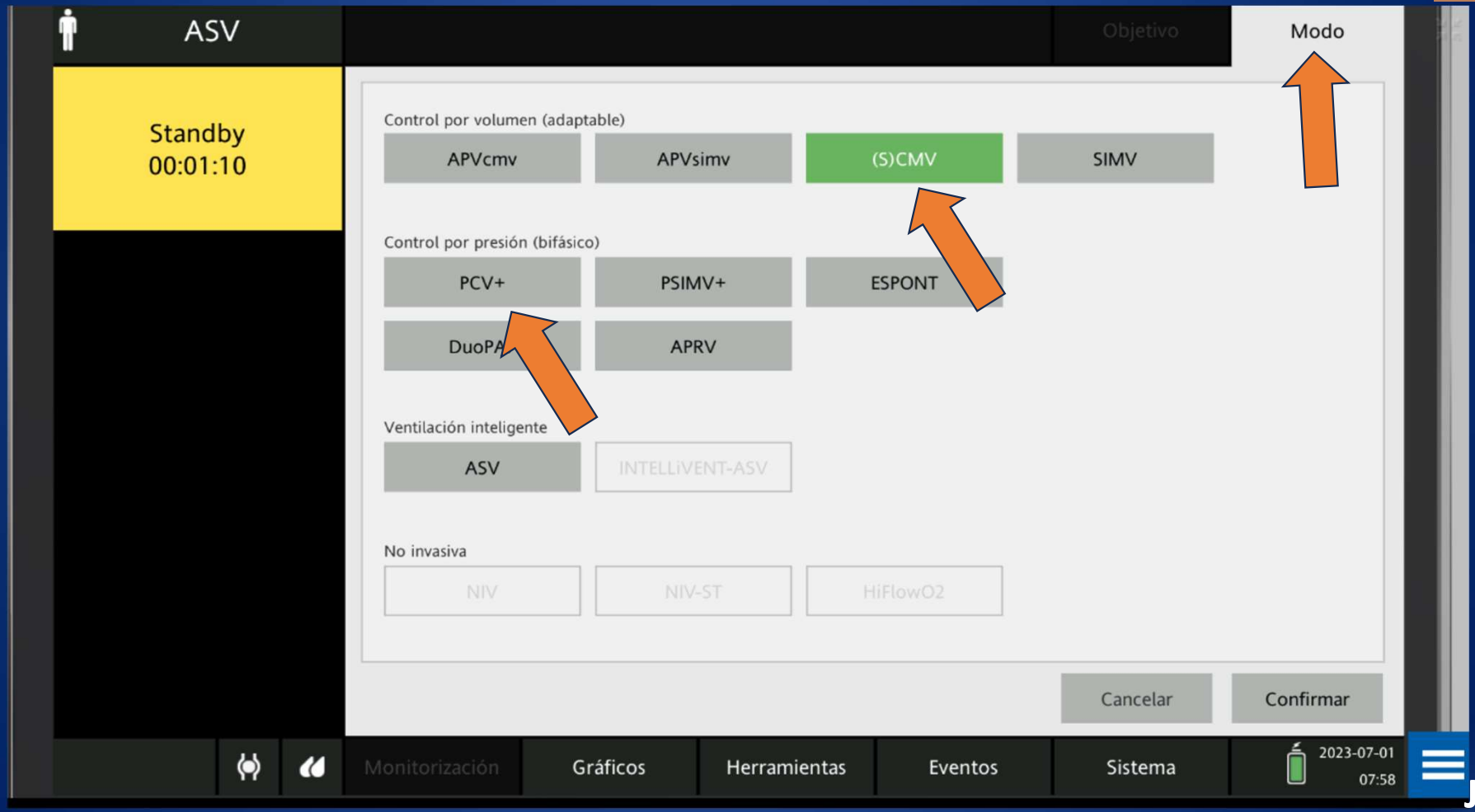
JVEP



JVEP

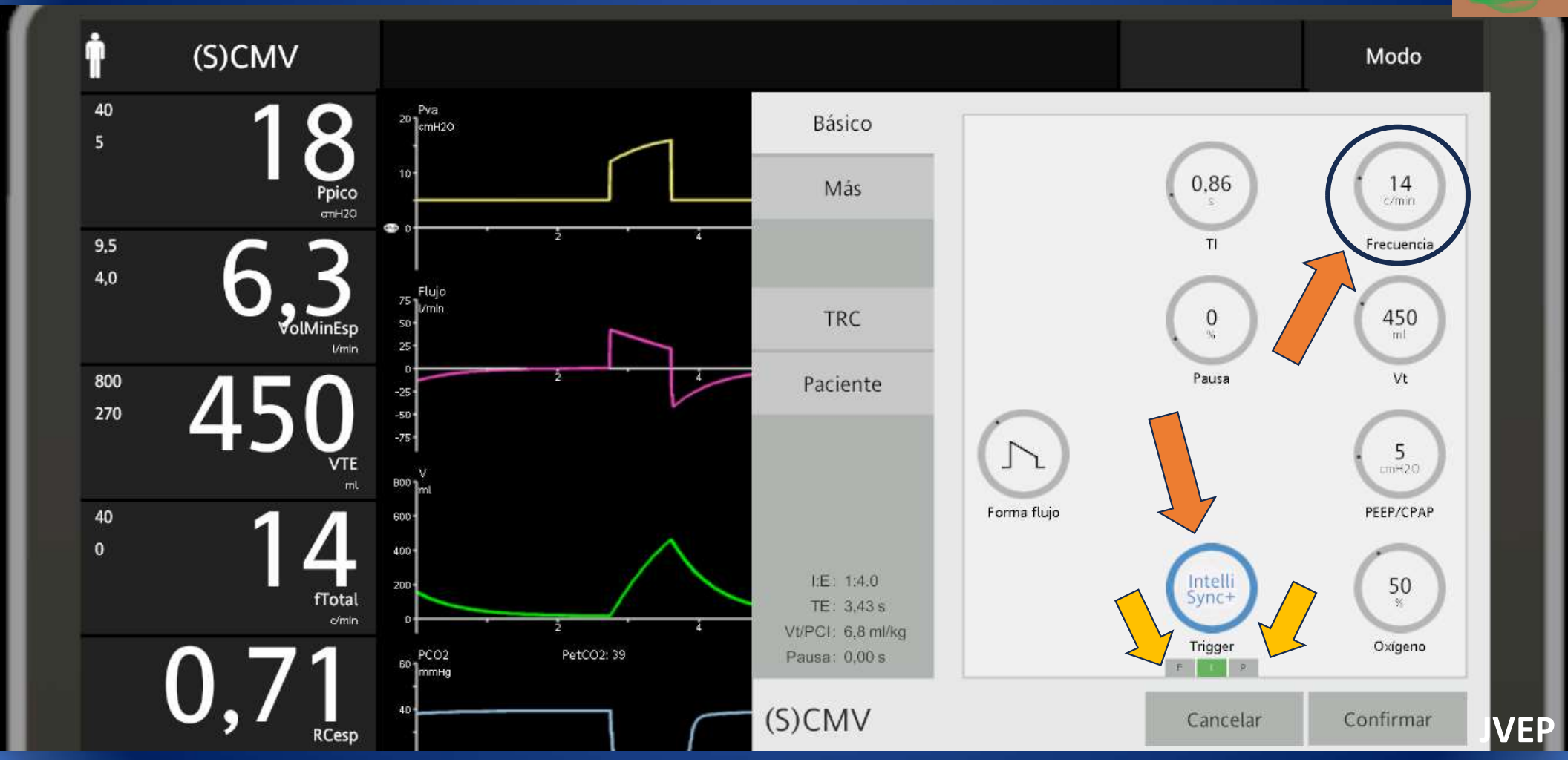

(S)CMV
Obj
Modo
40
5
19
Ppico
cmH2O
9.5
4.0
7.1
VolMinEsp
l/min
800
270
540
VTE
ml
40
0
12
fTotal
c/min
0.61
RCesp
s
90
100%
SpO2
Pva
cmH2O
Flujo
l/min
V
mL
PCO2
mmHg
PetCO2: 43
12
c/min
Frecuencia
530
ml
Vt
5
cmH2O
PEEP/CPAP
50
%
Oxígeno
Controles
Alarmas
Monitorización
Gráficos
Herramientas
Eventos
Sistema
2023-07-01
08:08

Que modo ventilatorio



JVEP

quien inicia la inspiración

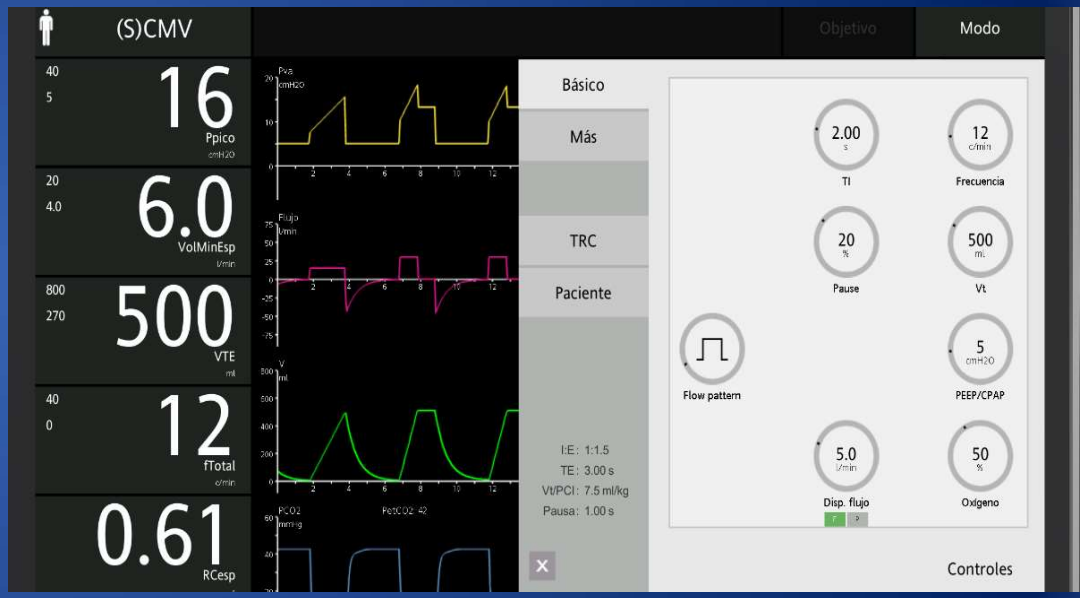


JVEP

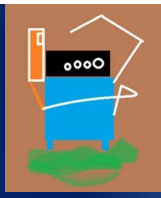
VCP


PCV+
Objetivo
Modo
40
5
13
Ppico
20
4.0
5.7
VolMinEsp
800
270
471
VTE
40
0
12
fTotal
0.62
RCesp
Básico
Más
TRC
Paciente
I:E: 1:1.5
TE: 3.00 s
2.00
TI
12
Frecuencia
70
P rampa
8
Pcontrol
5
PEEP/CPAP
5.0
Disp. flujo
50
Oxigeno
Controles

VCV


(S)CMV
Objetivo
Modo
40
5
16
Ppico
20
4.0
6.0
VolMinEsp
800
270
500
VTE
40
0
12
fTotal
0.61
RCesp
Básico
Más
TRC
Paciente
I:E: 1:1.5
TE: 3.00 s
Vt/PCI: 7.5 ml/kg
Pausa: 1.00 s
2.00
TI
12
Frecuencia
20
Pause
500
Vt
Flow pattern
5
PEEP/CPAP
5.0
Disp. flujo
50
Oxigeno
Controles

JVEP



La Ventilación suministrada Por el Ventilador Mecánico

Puede ser:

Limitada por presión

Limitada por volumen

JVEP

La Decisión Crucial: ¿Cómo detenemos la inspiración?

Para entregar un ciclo respiratorio, la máquina debe saber exactamente cuándo detener el flujo de aire. Esto se define eligiendo un parámetro límite.



Opción A
Ventilación Limitada por Volumen (VCV)



Opción B
Ventilación Limitada por Presión (PCV)

Ambos modos buscan objetivos universales: PaCO2 (35-45 mmHg) y Presión Meseta segura (< 30 cmH2O).

NotebookLM

VCV: Asegurando la Ventilación Alveolar

El objetivo principal de la Ventilación Limitada por Volumen (VCV) es garantizar de forma absoluta la cantidad de aire que participa en el intercambio gaseoso.

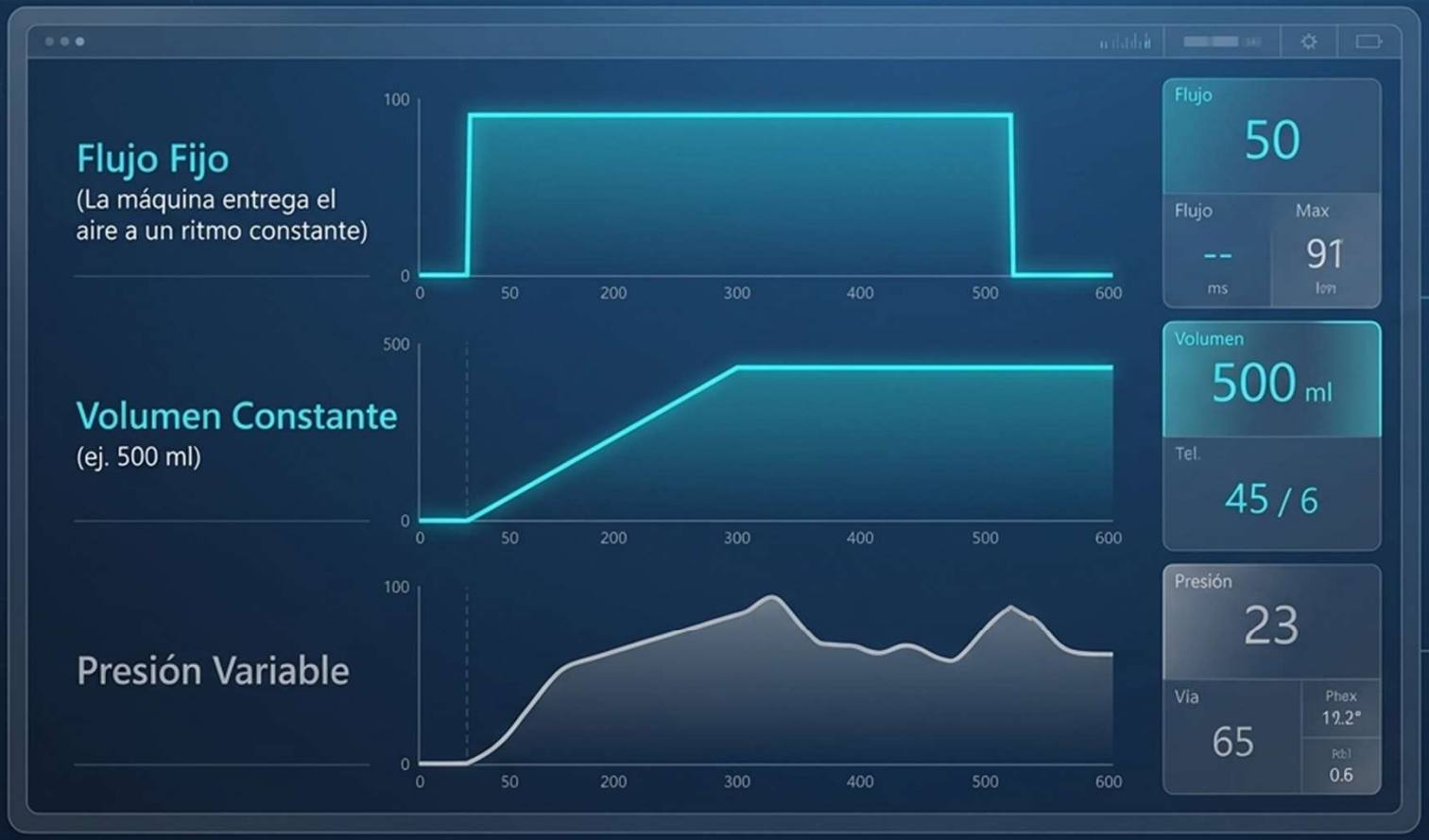
$$VA = (Vc - Vd) \times FR$$

- **VA** — Ventilación Alveolar (El objetivo)
- **Vc** — Volumen Corriente (El ancla: este es el valor que el modo VCV fija y asegura)
- **Vd** — Espacio Muerto (Fisiológico/Ventilador)
- **FR** — Frecuencia Respiratoria

Al asegurar el Vc, el médico toma el control directo de **la eliminación del dióxido de carbono (CO_2)**.

NotebookLM

Dinámica de VCV: El Volumen como Ancla



Parámetro Constante:
El Volumen Corriente (ej. 500 ml) se entregará en cada ciclo, sin importar la resistencia del paciente.

Parámetro Variable:
La Presión en la vía aérea.

NotebookLM

El Riesgo Oculto de VCV: Fluctuación de Presión

Dado que el volumen es innegociable en VCV, la presión debe adaptarse a la mecánica pulmonar del paciente (distensibilidad y resistencia).

Comparación de Escenarios	
Scenario 1 (Pulmón Sano)	Para inyectar 500 ml, el ventilador solo genera **14 cmH2O** (Zona Segura).
Scenario 2 (Pulmón Rígido/SDRA)	Para forzar los mismos 500 ml, la presión se dispara hasta **50 cmH2O** (Zona de Peligro).



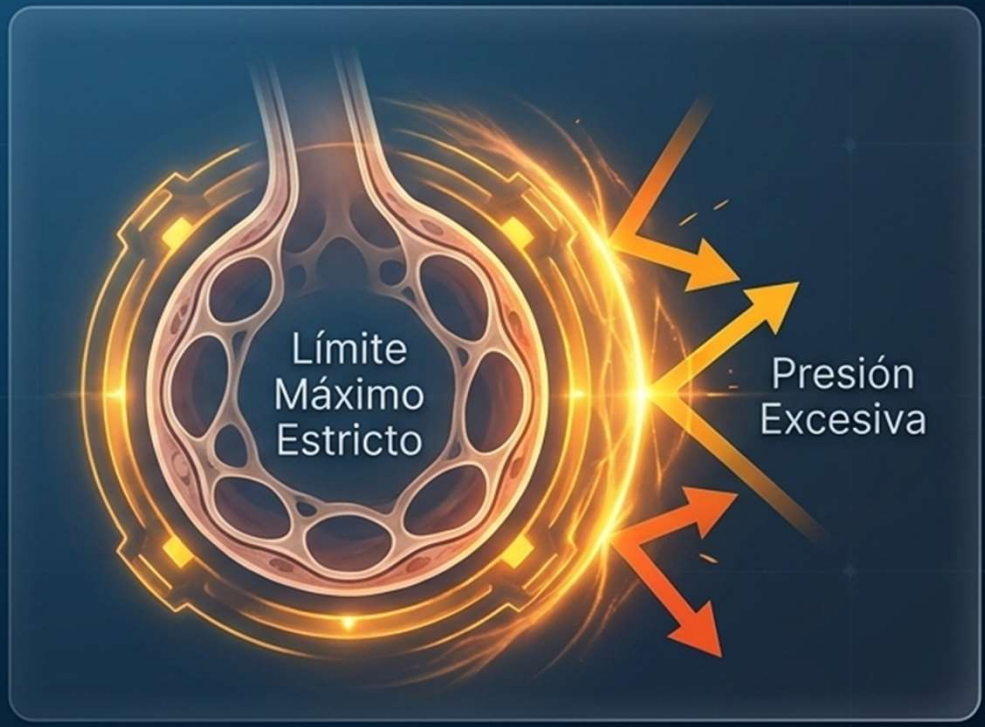
⚠ **Si la presión meseta supera los 30 cmH2O, el paciente sufre un alto riesgo de Barotrauma (daño pulmonar por exceso de presión).**

NotebookLM

PCV: El Paradigma de la Protección Barométrica

Si VCV prioriza la ventilación (CO_2), la **Ventilación Limitada por Presión** (PCV) prioriza la **seguridad.**

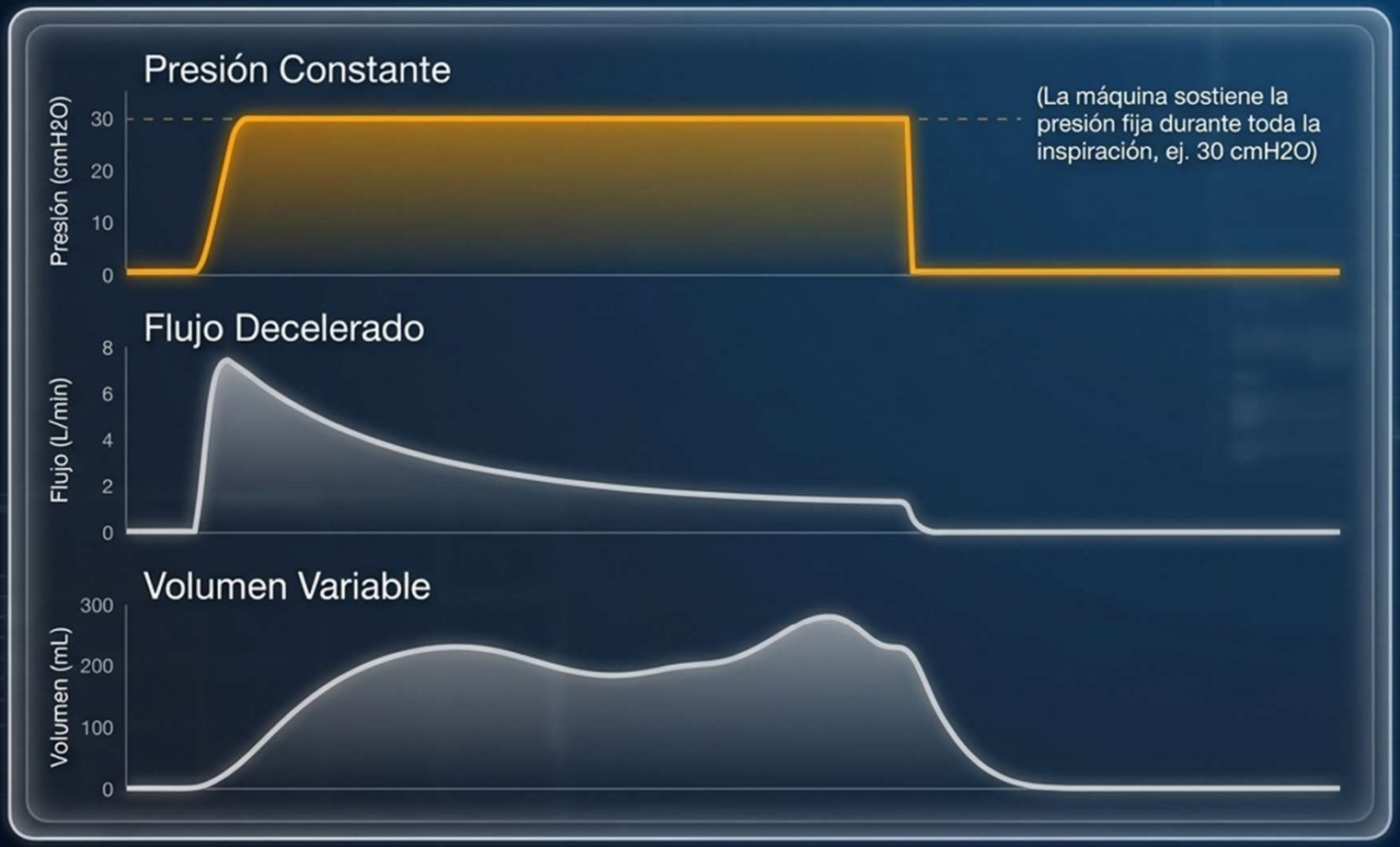
El objetivo fundamental cambia: Proteger un pulmón frágil evitando presiones lesivas, aceptando que el volumen de aire movilizado será secundario y variable.



Se sacrifica la **garantía de volumen** a cambio de la **garantía** de que el pulmón **nunca superará el límite de tensión.**

NotebookLM

Dinámica de PCV: La Presión como Techo Infranqueable



Parámetro Constante: La Presión Inspiratoria.

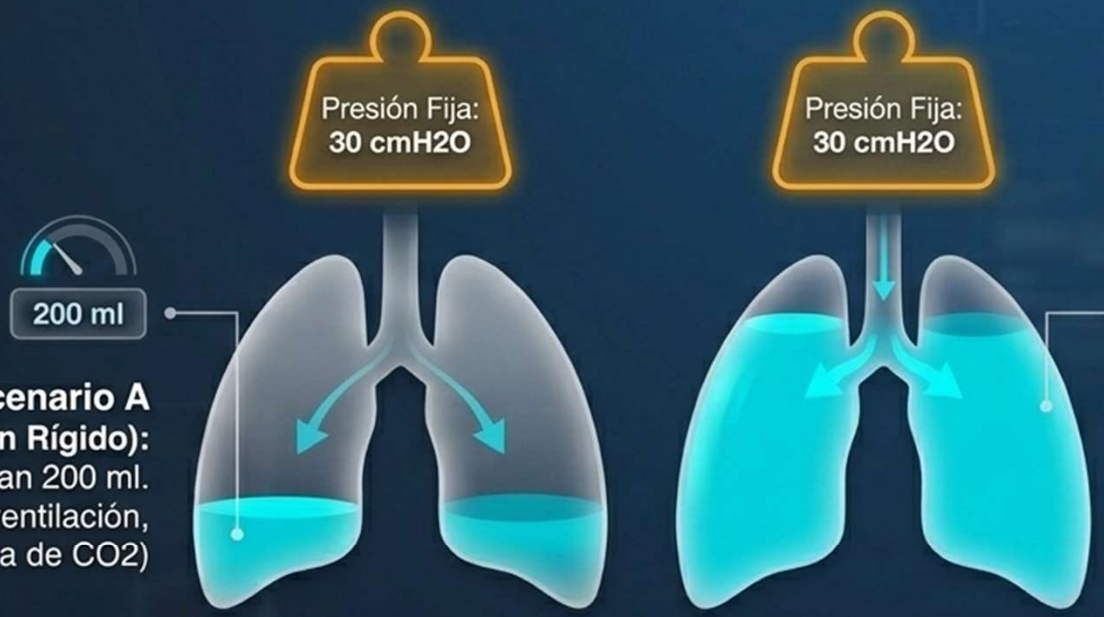
Parámetro Variable: El Volumen entregado y el Flujo.

NotebookLM

El Riesgo Oculto de PCV: Variabilidad del Volumen

Al fijar una presión segura (ej. 30 cmH2O), perdemos el control del tamaño de la respiración.

Fluctuación Clínica: El ventilador aplica exactamente la misma presión, pero el resultado es drásticamente distinto.



Escenario A (Pulmón Rígido): Solo ingresan 200 ml. (Peligro: Hipoventilación, retención severa de CO2)

Escenario B (Pulmón Sano/Distensible): Ingresan hasta 600 ml. (Peligro: Volutrauma por sobredistensión inadvertida)

⚠ Requiere vigilancia constante del **Volumen Minuto** expirado.

NotebookLM

Resumen Diagnóstico: Matriz de Control Inspiratorio

	VCV	PCV
Parámetro Fijo (Controlado)	Volumen y Flujo (Asegurado)	Presión (Asegurada)
Parámetro Variable (Dependiente)	Presión en la Vía Aérea (Altera con la mecánica)	Volumen Corriente y Flujo (Altera con la mecánica)
Ventaja Clínica Principal	Garantiza la Ventilación Alveolar y el aclaramiento de CO_2.	Ofrece protección estricta contra el Barotrauma.
Riesgo Principal (Vigilancia requerida)	Picos de presión lesivos (Requiere vigilar `P. Meseta < 30`).	Hipoventilación o Hipercapnia (Requiere vigilar Volumen Minuto).

NotebookLM

Conclusión: La Elección del Modo a Pie de Cama

No existe un modo superior. La elección depende exclusivamente de la mecánica pulmonar del paciente en ese momento.

SI el paciente tiene **Mecánica Pulmonar Alterada**
(ej. Pulmón rígido, SDRA severo, asma grave con alto riesgo de estallido alveolar)

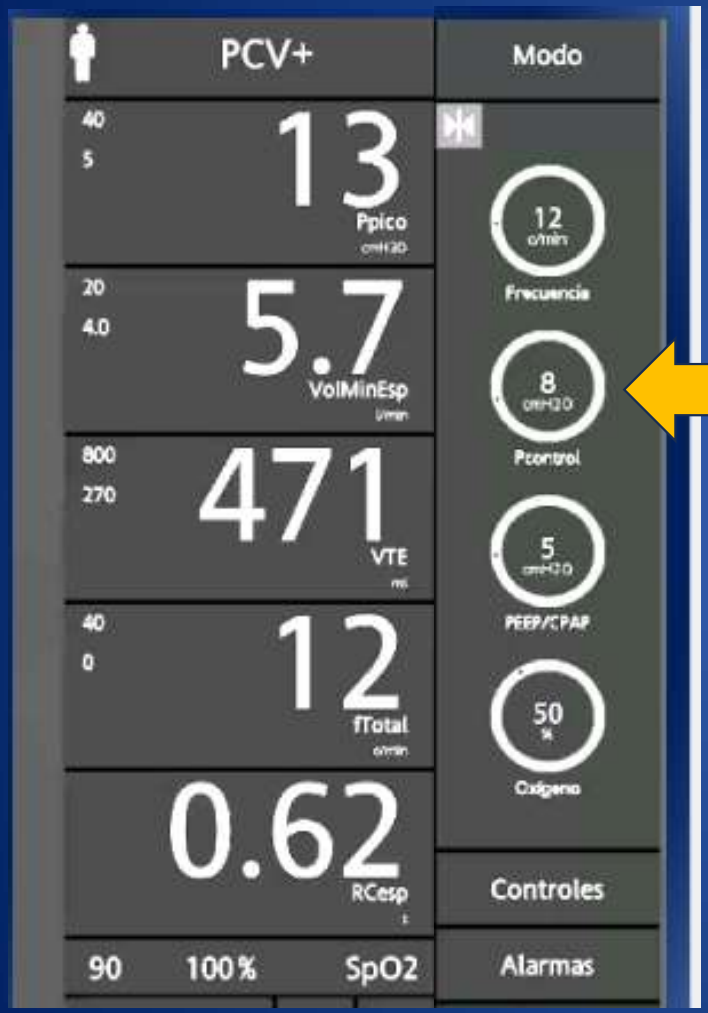
→ **ENTONCES** priorizar **PCV**
(Limitar la Presión para proteger).

SI el paciente tiene **Mecánica Pulmonar Estable** pero **requiere control estricto del CO2**
(ej. Neurocríticos, postoperatorio normal)

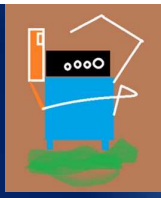
→ **ENTONCES** priorizar **VCV**
(Asegurar el Volumen Minuto).

El ventilador mecánico **no cura**; da tiempo al cuerpo. El modo ideal es aquel que equilibra el intercambio gaseoso con el menor daño posible.

NotebookLM

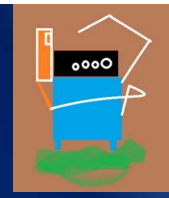

PCV+
Modo
40
5
13
Ppico
20
4.0
5.7
VolMinEsp
800
270
471
VTE
40
0
12
fTotal
0.62
RCesp
90
100%
SpO2
12
Frecuencia
8
Pcontrol
5
PEEP/CPAP
50
Oxígeno
Controles
Alarmas


(S)CMV
Modo
40
5
19
Ppico
23
2.0
7.8
VolMinEsp
800
270
520
VTE
40
0
15
fTotal
0.61
RCesp
90
100%
SpO2
15
Frecuencia
520
Vt
5
PEEP/CPAP
50
Oxígeno
Controles
Alarmas



JVEP

Resumiendo



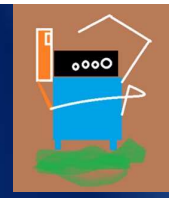
Ventilación mecánica Total

(VC siempre depende del Ventilador)

El VC lo da el VM en Inspiración

limitando Presión o volumen

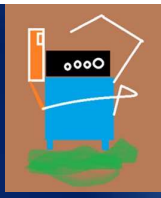
JVEP



Dependiendo de quien da la frecuencia Ventilatoria

- V Controlada (FR ventilador).
- V Asistida (FR paciente).
- V Asistida-Controlada (FR paciente y VM).

JVEP



AL Final VM = VC x FR

Concepto de Ventilación Alveolar

VA = (VC - VEM) x FR

JVEP