



CAPÍTULO 4

Asincronías Paciente - Ventilador Conceptos Básicos

Patient-Ventilator Asynchroniesbasics

María del Pilar Triana Reyes

Universidad Santiago de Cali, Colombia, Cali

© <https://orcid.org/0000-0001-7849-7887>

✉ maria.triana01@usc.edu.co

Resumen

Las asincronías en ventilación mecánica son un proceso que puede interferir en la ventilación con el paciente en estado crítico, estas pueden deberse a problemas en el paciente (neuronal) o debido a la programación de la ventilación mecánica. La asincronía puede presentarse durante el disparo del ventilador, en el periodo de inspiración después del disparo, en la transición de inspiración a espiración, y en la fase espiratoria. Las asincronías disminuyen el confort, prolonga la ventilación mecánica, aumenta la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos y puede incrementar la mortalidad. Por lo tanto, es importante comprender y corregir la causa de la asincronía y ofrecer de esta manera una adecuada ventilación pulmonar.

Palabras claves: asincronías ventilatorias, paciente, ventilación mecánica.

Abstract

Asynchronies in mechanical ventilation are a process that can interfere with ventilation with the patient in critical condition. These may be due to problems in the patient (neuronal) or due to the programming of mechanical ventilation. Asynchrony can occur during ventilator triggering, in the

Cita este capítulo / Cite this chapter

Triana Reyes MP. Asincronías Paciente - Ventilador Conceptos Básicos. En: Estupiñán Pérez VH, editor científico. Monitoreo gráfico y ventilatorio en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali; 2024. p. 147-166.

inspiration period after triggering, in the transition from inspiration to expiration, and in the expiratory phase. Asynchronies decrease comfort, prolong mechanical ventilation, increase the stay in the Intensive Care Unit and may increase mortality. Therefore, it is important to understand and correct the cause of the asynchrony and thus provide adequate pulmonary ventilation.

key words: ventilatory asynchronies, patient, mechanical ventilation.

Introducción

La ventilación mecánica es un método físico que utiliza un aparato mecánico para el soporte artificial de la ventilación y la oxigenación, cuando el sistema respiratorio es insuficiente (1). El ventilador mecánico cuenta con la herramienta de la representación gráfica de los ciclos respiratorios en cada modo ventilatorio utilizado, las cuales son generadas en tiempo real proporcionando de manera inmediata información acerca de la interacción paciente-ventilador, proporcionando un registro gráfico de los cambios fisiopatológicos que pueden llevar a la presentación de la disincronía y el estrés respiratorio, en los trazados de la presión en la vía aérea, flujo aéreo, el volumen y el tiempo.

La monitorización de las asincronías durante la ventilación mecánica, así como la valoración clínica del paciente a pie de cama son fundamentales y ayudará a optimizar la interacción paciente-ventilador, facilitando que el dispositivo se acople a las condiciones elásticas y friccionales del pulmón y así mejorar la comodidad, disminuir la morbilidad y la mortalidad asociada a esta causa en UCI.(2)

Sincronía Ventilatoria

Es la interacción paciente ventilador en la que el ventilador mecánico es sensible al esfuerzo del paciente, el flujo de gas generado es suficiente para cubrir las demandas y la fase inspiratoria desde la parte de la bomba, es dado por el retraso del drive neural. (3). La sensibilidad en el ventilador se programa por flujo o presión, que en función del esfuerzo pleural se abre la válvula inspiratoria, es decir, que el esfuerzo del paciente debe superar el nivel de sensibilidad para que el ventilador detecte el inicio de la inspiración.

Para garantizar la sincronía paciente ventilador el respirador debe ser sensible para detectar el esfuerzo inspiratorio del paciente, de esta manera entregar el flujo adecuado para que la presurización supla las demandas del paciente y que reconozca los tiempos neurales y que coincidan con los tiempos paciente-ventilador. Es importante tener en cuenta que las alteraciones en el balance de la ecuación del movimiento se debe conocer y, comprender sus variables ya que estas determinaran las asincronías con el ventilador mecánico y el paciente.

Ecuación de Movimiento:

$$P_{tot} (P_{vent} + P_{musc}) = (\Delta P \times Flujo) + (V_t/C_{sr}) + (PEEP_i + PEEP_e)$$

Presión del tubo orotraqueal (P_{ot}); presión del ventilador (P_{vent}) presión muscular (P_{musc}); cambios de presión (ΔP); volumen corriente (V_t) compliance respiratoria (C_{rs}); PEEP intrínseco ($PEEP_i$) PEEP extrínseco ($PEEP_e$).

Esta ecuación describe los fenómenos físicos que se dan en un paciente en ventilación mecánica. La presión en cada momento en el sistema respiratorio tiene un componente elástico presión de elastancia (P_{elas}) que son las fuerzas desarrolladas por la pared torácica y el parénquima pulmonar durante la entrada de aire necesario para la distensión del parénquima pulmonar, y un componente resistivo (presión resistiva (P_{res}) dado por la resistencia del circuito, tubo orotraqueal y las vías aéreas del paciente necesario para hacer avanzar el flujo de aire contra las resistencias de la vía aérea, y un componente inercial, debido a los cambios en el parénquima pulmonar causados por la aceleración del volumen. Existen otras fuerzas que intervienen, pero no son fáciles de medir entre ellas se pueden enumerar:

- Fuerzas visco elásticas.
- Fuerzas plasto elásticas.
- Fuerzas gravitacionales (4, 5).

Simplificando la ecuación del movimiento de Newton, esa presión sería la suma de los elementos elásticos (pulmón y pared torácica) y resistivos (vía aérea):

$P_{total} = P_{res} + P_{elas} + PEEP$

P = presión.

P_{elas} = presión elástica.

P_{res} = presión de resistencia

P_{total} = del sistema respiratorio

PEEP que sería la presión positiva al final de la espiración (que mantiene el alvéolo abierto y puede ser generada por el ventilador (PEEPe) o por el paciente en situaciones de atrapamiento de aire (PEEPi). (6, 7).

Para entender las asincronías es importante conocer las fases que tiene una respiración y los cambios que suceden en todo el ciclo respiratorio.

Fases de la Respiración

Fase 1. El Disparo (Inicio de la Inspiración)

Determinado por la sensibilidad del ventilador, el esfuerzo del paciente, y la capacidad de respuesta de la válvula. El inicio del esfuerzo del paciente, indica el umbral del disparo al que se abre la válvula inspiratoria.

Fase 2. La Fase Inspiratoria de Flujo

Representa la relación entre el flujo de entrega, tal como se determina por el algoritmo de flujo del ventilador, y el esfuerzo del paciente

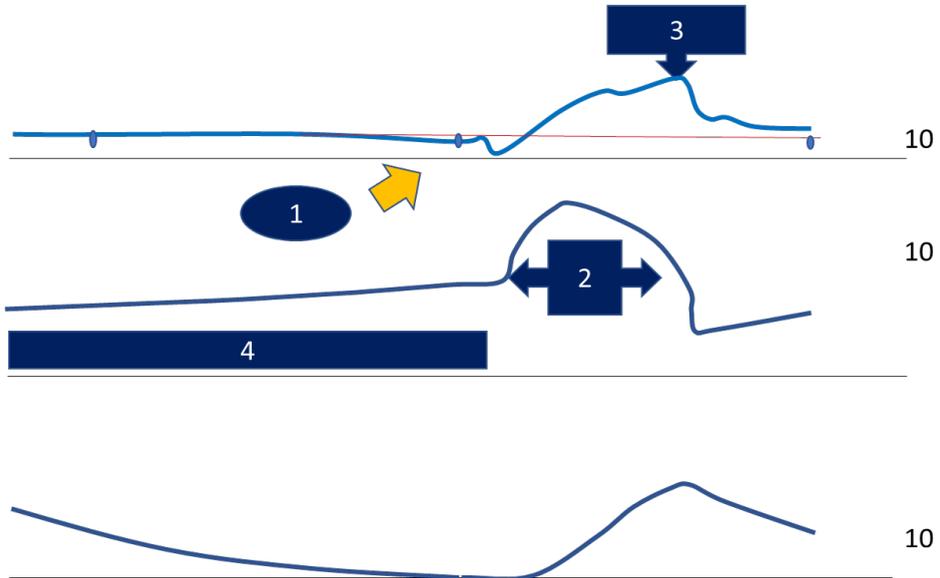
Fase 3. El Final de la Inspiración

Idealmente, el ventilador termina el flujo inspiratorio en sincronía con la actividad neural del paciente, pero frecuentemente el ventilador termina la inspiración, de forma temprana o tardía. El final de la fase inspiratoria varía en función del modo ventilatorio.

Fase 4. La Fase Espiratoria

Durante esta fase, la respiración debe ser una inspección para detectar presión intrínseca positiva al final de la espiración (auto-PEEP). (3) en la siguiente ilustración se representa las fases de la respiración.

Ilustración 66. Fases de la Respiración.



Fuente: Esper, R. C., & Santana, J. A. C. "Asincronía en la ventilación mecánica". *Conceptos actuales*. 16 de marzo de 2016; vol. XXX, no. 1, p. 7.

Asincronía Ventilatoria

La asincronía paciente ventilador se puede definir como aquella situación en la que se produce un desajuste entre el tiempo neural (paciente) y mecánico (ventilador), o cuando el flujo entregado por el ventilador es inadecuado para cubrir la demanda de flujo del paciente (8).

Las asincronías paciente-ventilador demuestran la falta de acople entre los requerimientos del paciente según la condición patológica y lo que le soporta el ventilador, lo que puede generar lesión diafragmática, alteraciones hemodinámicas, hipoxemia, ansiedad, malestar, deterioro de la calidad del sueño, ventilación mecánica prolongada, entre otros.

Estas asincronías se presentan en un alto porcentaje debido a la inadecuada programación del ventilador mecánico y la deficiencia en su monitoreo tanto en la programación del inicio y el término del esfuerzo inspiratorio, así como del ciclado del ventilador mecánico, el origen de la demanda ventilatoria del paciente y la suficiencia en el flujo de gas generado por el venti-

lador, por las técnicas y los tratamientos de sedación, analgesia o control de los estados de delirium.

Es importante reconocer si la asincronía está relacionada con el paciente por ejemplo por tiempo inspiratorio prolongado o tiempo espiratorio corto, aumento o disminución del drive respiratorio, patologías pulmonares, entre otras, observándose principalmente en el paciente desbalance toracoabdominal, taquipnea y cambios en las presiones del ventilador (3). Ver tabla 16.

Tabla 16. Factores que afectan la Sincronía Paciente-Ventilador.

Factores que afectan a Sincronía Paciente-Ventilador	
Asociados al ventilador	Mecanismo de trigger: presión, flujo, patrón de onda de flujo Sensibilidad programada Tiempo de rampa Entrega de flujo Patrón de flujo Ciclado de espiración Artefactos de flujo (nebulizadores, etc.)
Asociados al paciente	Nivel de sedación. Esfuerzo inspiratorio, impulso central, tiempos neurales. Patologías del sistema respiratorio o abdomen restrictivas u obstructivas). Nivel se auto-PEEP. Presencia de fugas o agua en el circuito.

Fuente: López, S., Artacho, B., Artacho, R., García, F., Guzmán, J. A., López, M., Caballero, F., & Campo, E. “Interacción paciente-ventilador.” *Revista de Patología Respiratoria*, vol. 15, no. 2, 2012, pp. 54-60.

Índice de Asincronía

Se utiliza para identificar el porcentaje de asincronía y se define como el número de eventos **asincrónicos/frecuencia respiratoria total x 100%**; si el resultado es mayor del 10% se denomina asincronía severa y estaría alterando la mecánica ventilatoria del paciente. (3,9).

Tipos de Asincronías:

Las asincronías ventilatorias se generan por tres factores:

- Paciente
- Ventilador
- Interfaz

Las asincronías dadas por el paciente están relacionadas con el impulso ventilatorio, patrón ventilatorio, condiciones de la mecánica ventilatoria, auto-PEEP y reflejos neuro humorales o químicos. Las asincronías dadas por el ventilador están dadas por el disparo o Gatillo, entrega de flujo, nivel de soporte, ciclado, modo ventilatorio, y por último las asincronías por interfaz se dan por la vía aérea artificial e interfaz de ventilación mecánica no invasiva (9, 10,11).

Clasificación de las Asincronías Ventilatorias

- Asincronía de disparo o gatillo (trigger)
- Asincronía del flujo o de la presurización (sed de flujo o flujo insuficiente)
- Asincronía por ciclado.

Asincronía de Disparo o Gatillo (trigger)

El esfuerzo inspiratorio del paciente inicia la entrega de gas por el ventilador al alcanzar un determinado umbral, trigger, programado por el operador (12). Esta asincronía se presenta por la incapacidad del modo ventilatorio o programación para detectar el esfuerzo del paciente y genera la no respuesta del ventilador o la respuesta inefectiva.

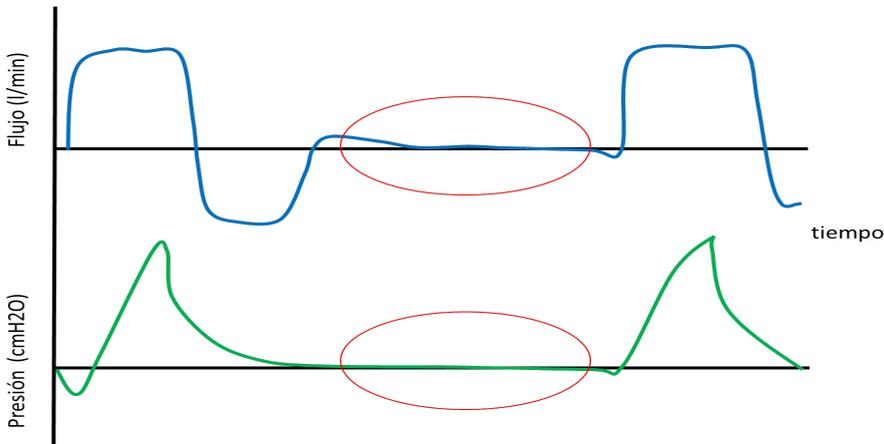
Al alcanzar el nivel de sensibilidad, los cuales pueden ser por cambios en la presión, en el flujo o en el tiempo, el ventilador según el modo ventilatorio empleado, se sincroniza con el tiempo del paciente. Existen diversos tipos de disparos(2):

Asincronía por Disparo Inefectivo o Retardo del Soporte. Con la siguiente clasificación:

- Autociclado
- Doble disparo
- Disparo reverso

Asincronía por disparo inefectivo o retardo del soporte. La asincronía por disparo inefectivo se presenta debido a que el ventilador no detecta el esfuerzo respiratorio del paciente, por lo tanto, no se da el soporte asistido o espontáneo por factores derivados del ventilador o por el paciente. Los factores debidos al paciente son el volumen corriente alto, pH alto, hipocapnicos (PaCO_2 bajo), excesivo uso de sedantes, debilidad muscular, bajo impulso respiratorio central. En cuanto al ventilador por altos niveles de presión de soporte y asincronía espiratoria, siendo estas causas generadoras de impulsos respiratorios bajos y no alcanzan la presión de disparo en el tiempo establecido (2, 12). En la Ilustración 67 flujo/tiempo se puede observar una inflexión positiva no seguida de una respiración.

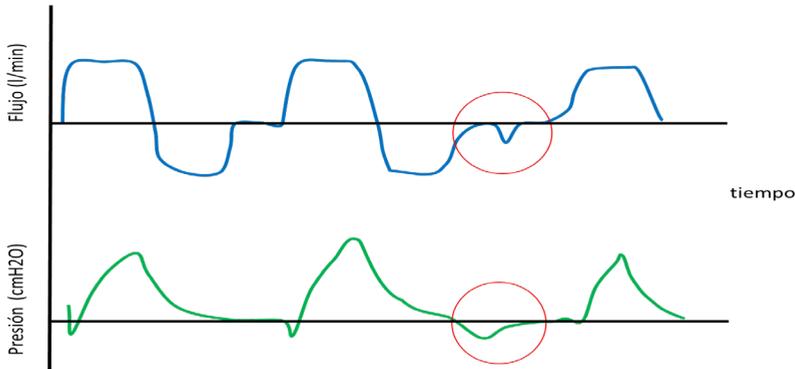
Ilustración 67. Asincronía por disparo inefectivo.



Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” 11 Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

En el caso de retardo del soporte, esta asincronía se presenta porque el ventilador no detecta el esfuerzo respiratorio del paciente como se observa en la ilustración 68, en el flujo se observa una inflexión positiva no seguida de una respiración mecánica controlada y en la gráfica de presión/tiempo muestra una inflexión negativa no seguida de insuflación (2).

Ilustración 68. Asincronía por Retardo del Soporte.

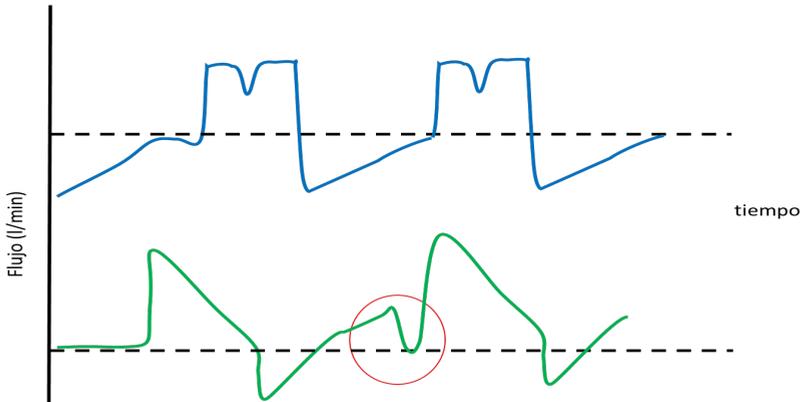


Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” 11 Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

Autociclado. Se define como el disparo del ventilador en ausencia del esfuerzo del paciente, por lo tanto, no se da el soporte asistido o espontáneo. Se puede producir por presencia de agua en el circuito, fugas y las oscilaciones cardíacas. El autociclado es común en pacientes con umbral inspiratorio central bajo, frecuencia respiratoria baja, volumen sistólico elevado y en ausencia de hiperinsuflación dinámica. El autociclado afecta el manejo de paciente, ocasionando disminución de la presión parcial de CO_2 en la sangre arterial (PaCO_2) y afectar el esfuerzo inspiratorio.

Esta asincronía se puede corregir aumentando el umbral de sensibilidad por flujo o presión para el disparo del ventilador, incrementado el impulso central del paciente disminuyendo el nivel de sedación o aumentando PaCO_2 o controlando las fugas que puedan existir en el tubo orotraqueal, circuitos, agua en el circuito, entre otros. En la ilustración 69 se observa este tipo de asincronía, observe la ausencia del descenso de curva inicial durante el final de la espiración. (2,12)

Ilustración 69. Autociclado.



Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” II Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

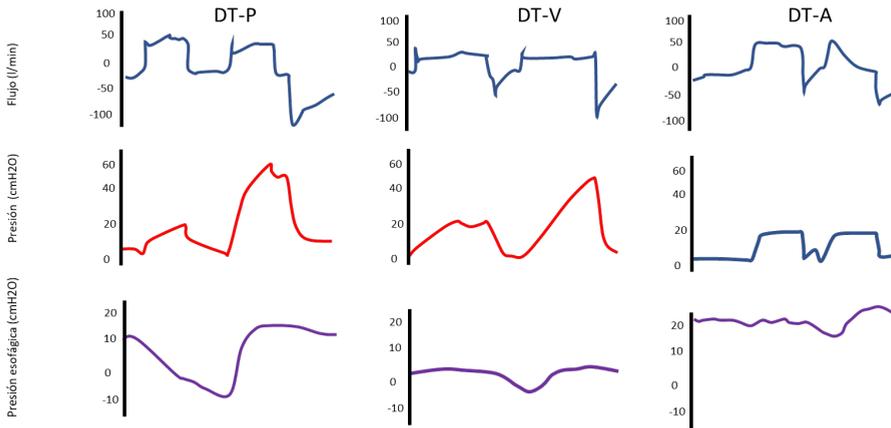
Doble disparo. El doble disparo son dos insuflaciones del ventilador entregadas dentro de un esfuerzo inspiratorio del paciente. El disparo puede ser activado por el paciente (DP-P), por ventilador (DTV) o activado automáticamente (DT-A). (2)

En la inspiración, la presión en la vía aérea depende de la relación entre el flujo aportado por el ventilador y el flujo hacia el parénquima pulmonar generado por acción de los músculos respiratorios del paciente. Si al cerrarse la válvula inspiratoria el paciente persiste con su esfuerzo inspiratorio ($T_{pac} > T_{ivent}$), se produce una caída de la presión media de las vías aéreas que puede volver a disparar un ciclo inspiratorio y cuando el tiempo inspiratorio mecánico supera al tiempo inspiratorio neural del paciente ($T_{pac} < T_{ivent}$), el paciente comienza a exhalar contra una vía aérea que continúa presurizada. Si éste persiste (incluso por tiempos muy breves) el paciente activa sus músculos espiratorios produciendo un incremento de la presión de la vía aérea. (3,13)

El doble disparo se produce cuando el esfuerzo del paciente es mayor a la entrega por inadecuados parámetros o inicio súbito de la respiración espontánea, corto tiempo inspiratorio, presión inspiratoria máxima alta, PEEP alta y sensibilidad del disparo espiratorio alto y baja fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) (2).

En la curva de presión se ve una deflexión negativa por cada respiración tomada durante el doble disparo, en la ilustración 70 se observa un disparo rápido seguido de un doble incremento de flujo en el mismo ciclo respiratorio. La segunda respiración del doble umbral desencadena una respiración mecánica que causa una segunda inflexión positiva en la onda de flujo. (2)

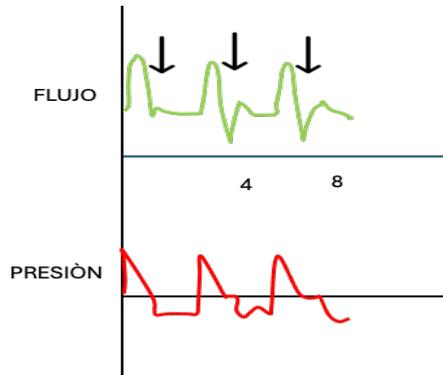
Ilustración 70. Doble Disparo.



Fuente: Gilstrap, D.; Davies, J.; Liao, K.M.; Ou, C.Y.; Chen, C.W. Classifying Different Types of Double Triggering Based on Airway Pressure and Flow Deflection in Mechanically Ventilated Patients. Clin Chest Med 2011, 37, 460–466.

Disparo reverso o respiración de arrastre. Es un tipo de asincronía que se presenta como un esfuerzo inspiratorio que ocurre después del inicio de una respiración mandatoria, condicionando la contracción involuntaria excéntrica del diafragma e incluso en ocasiones de los músculos accesorios. Estos esfuerzos anormales se manifiestan de una forma regular en el tiempo dado el acople neuromecánico resultante entre el estímulo de la presión entregada por el ventilador que genera sobredistensión y activación refleja de los mecanorreceptores de estiramiento y, consecuentemente de los músculos respiratorios. En ocasiones esta asincronía puede ser difícil de detectar por lo que es utilizada la medición específica de la presión esofágica o señal eléctrica diafragmática (9). Los efectos más comunes son la alteración secundaria de la dinámica pulmonar y respiratoria, doble disparo, asincronías con sed de flujo, miotrauma, efecto de pendelluft e incremento de la lesión pulmonar. (2,9). Ver siguiente ilustración.

Ilustración 71. Disparo Reverso o Respiración de Arrastre.



Fuente: Arellano DH. "Identifying Patient-Ventilator Asynchrony Using Waveform Analysis". *Palliat Med Care Open Access*. 4 de diciembre de 2017;4(4):1-4.

Asincronía del Flujo o de la Presurización, Sed de Flujo o Flujo Insuficiente

La asincronía durante la fase de presurización se presenta cuando las diferencias entre las demandas inspiratorias de flujo entre el paciente y lo ofrecido en el ventilador representan un desacople neuromecánico del punto actual de la hipérbole metabólica del paciente, como medida para alcanzar un volumen minuto para satisfacer las necesidades de los centros respiratorios en busca de una condición de equilibrio químico/metabólico, en el caso de un alto drive neural, dolor, ansiedad, delirium, fiebre, secreciones, encefalopatía, entre otras, contrastado con la incapacidad del modo ventilatorio para ajustarse a dicha demanda. (2,3,9,12)

Esta asincronía es más frecuente en ventilación controlada por volumen, la causa es el ajuste incorrecto del flujo pico, tiempos inspiratorios inadecuados y/o rampa (es el tiempo de presurización del sistema) prolongada o corta. La entrega de flujos muy altos puede ser una fuente de asincronías, ya que esta genera un incremento en la frecuencia respiratoria y disminución del tiempo inspiratorio, lo que resulta en un tiempo mecánico más prolongado que el neural, con el incremento de la presión pico. (2,9,12)

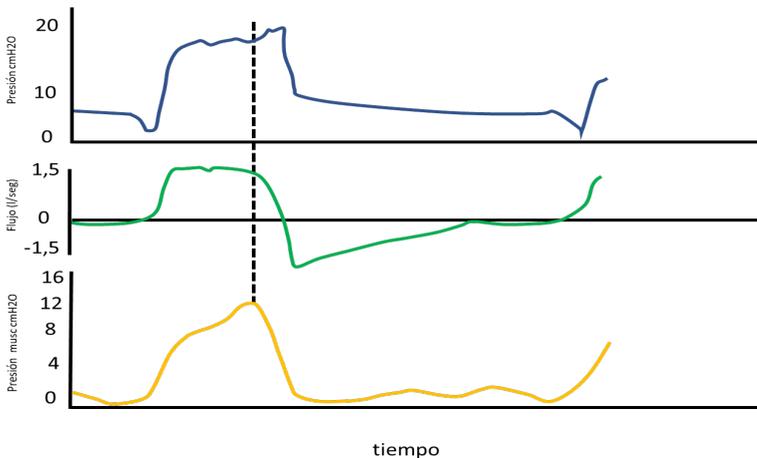
En modos por presión, es menos frecuente al ser el flujo, resultado de las condiciones de la mecánica pulmonar, principalmente por configuración inapropiada del rise time.

En el modo presión de soporte, si el paciente relaja toda la musculatura respiratoria después del disparo, la duración de la fase de presurización depende de la constante de tiempo del sistema respiratorio y del valor de porcentaje de flujo escogido para el ciclado. Si el paciente no relaja sus músculos respiratorios, la duración de la fase de presurización es impredecible, ya que la presión ejercida por los músculos respiratorios (Pmus) puede variar de una respiración a otra. Por lo tanto, cualquier desviación de la forma de la curva de flujo en condiciones pasivas (un patrón de flujo descendente) nos alertará de la posible asincronía (Ilustración 72).

Un flujo inspiratorio reducido produce asincronía y un flujo excesivamente elevado puede provocar taquipnea en el paciente; el acortamiento en el tiempo inspiratorio neural se acompaña invariablemente de un acortamiento del tiempo espiratorio neural, ya que las dos fases del ciclo están estrechamente relacionadas. (14, 15)

Las consecuencias de la sed de flujo pueden evolucionar en el tiempo en caso de no identificar a tiempo la causa de la asincronía que van desde alteraciones en la presurización del sistema en inspiración, disnea, aumento progresivo de las demandas del paciente, hasta doble disparo y aumento en la lesión pulmonar. Esta asincronía muestra curvas de flujo normales y una excavación cóncava de la curva de presión en la aceleración de la curva. (2,9).

Ilustración 72. Asincronía del Flujo.

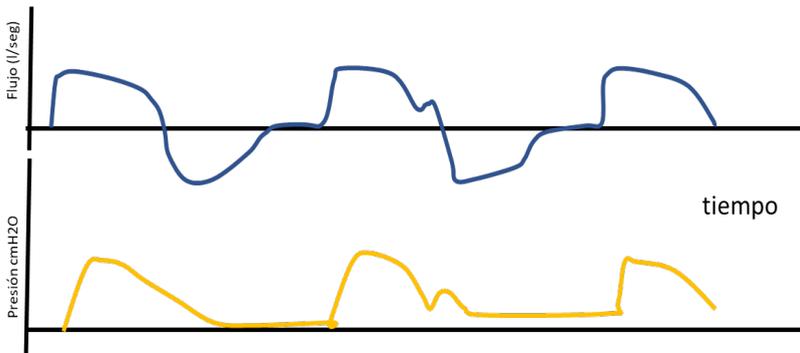


Fuente: Carrillo Esper, Raúl, et al. “Asincronía en la ventilación mecánica. Conceptos actuales.” Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva, vol. 30, no. 1, ene.-mar. 2016.

Asincronía por Ciclado

La asincronía por ciclado se asocia con el final de la inspiración y el comienzo de la espiración (2), es decir, con la falta de sincronización del tiempo mecánico frente al tiempo neural del paciente. Aunque el tiempo no es una variable directa en la ecuación de movimiento respiratorio, las asincronías de ciclado se traducen en necesidades de cambio en el esfuerzo del paciente y, por lo tanto, en el componente de presión muscular. Cuando el tiempo inspiratorio mecánico es más corto que el tiempo inspiratorio neural, el paciente continúa contrayendo los músculos respiratorios durante la espiración mecánica. En la siguiente Ilustración el flujo se observa una distorsión al inicio de la espiración (3).

Ilustración 73. Asincronía por Ciclado.



Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” 11 Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

Ciclado temprano. La identificación prematura de la terminación de la inspiración se observa en la curva de flujo, en la que se presenta una inflexión positiva al final de la espiración y también una deflexión negativa de la presión simultáneamente.

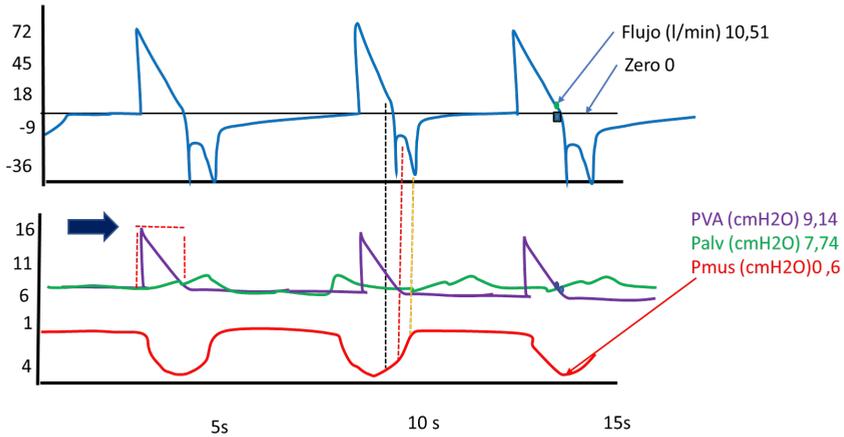
Causas de terminación prematura. Pueden ser dos:

- Durante la presión de soporte: por niveles bajos de presión de soporte, constantes de tiempo cortas, tasa de flujo disminuidos por influencia en la resistencia y la distensibilidad e hiperinsuflación dinámica

- Durante la ventilación asistida por volumen: por ajuste de parámetros con resultado de corto tiempo inspiratorio.

En modos ciclados por tiempo, se corrige ajustando el tiempo inspiratorio, y en los modos de ventilación por presión soporte se corrige ajustando la proporción de ciclado espiratorio. En la siguiente ilustración se puede observar un ciclo temprano.

Ilustración 74. Asincronía Ciclado temprano.



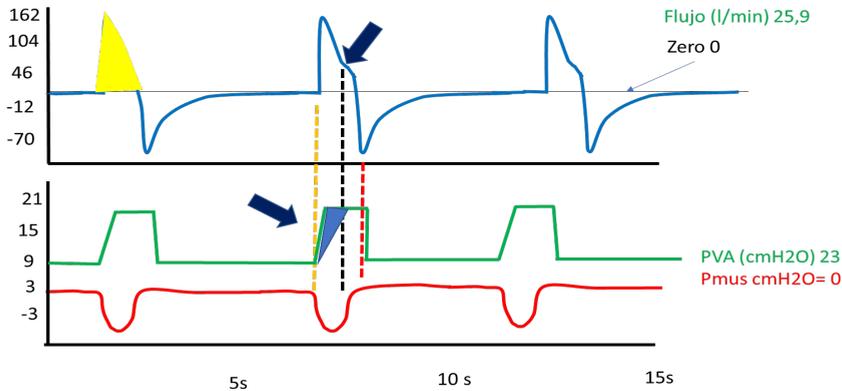
Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” II Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

Ciclado tardío. La duración del tiempo mecánico es mayor que el tiempo neural del paciente. Se evidencia como un cambio en la pendiente del flujo inspiratorio con descenso más rápido seguido por declive final menos acentuado.

Causas de Terminación Tardía. Pueden ser dos:

- Durante la presión de soporte: con parámetros que resultan de presión soporte muy alta o rise time muy prolongado.
- Durante la ventilación asistida por volumen: se presenta por bajo flujo, elevado tiempo inspiratorio, alto volumen corriente y en modos por presión en relación con ciclado demasiado bajo. En la siguiente Ilustración se observa el ciclo tardío.

Ilustración 75. Asincronía Ciclado tardío.



Fuente: Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte Ventilatorio Básico y Avanzado (SORBA).” II Curso-taller de Ventilación Mecánica. Grupo Distribuna, 2018, Bogotá, Colombia.

Dispositivos o Métodos para Evaluar la Asincronía

Para optimizar la sincronización de las demandas de los pacientes y disparo del ventilador existen diferentes métodos como es el índice entre la interacción paciente-ventilador (índice NeuroSync), que mide la actividad eléctrica diafragmática (EADI), el análisis manual y los índices de asincronía descrito anteriormente. El índice NeuroSync aumentó la sensibilidad de la detección de asincronía, también se utiliza el análisis espectral de flujo de las vías respiratorias que mide el espectro de frecuencia de la señal de flujo de las vías respiratorias, procesado para incluir sólo su fase espiratoria, proporciona una evaluación automática, no invasiva en intervalos cortos y fijos, este método puede adaptarse al ventilador como un monitor clínico de asincronía (16), y la monitoria con ecografía diafragmática la cual permite visualizar patrones especiales de movimiento y en el grosor diafragmático durante la respiración, generando información en el manejo de situaciones como las asincronías paciente-ventilador. (17,18).

Estrategias para Corregir las Asincronías

Titulación del Flujo

En la modalidad ventilatoria por volumen, si el flujo insuficiente genera una presurización inadecuada y aumento del esfuerzo respiratorio del paciente,

se debe aumentar el flujo de entrega el cual produce un alivio en la relación demanda/entrega del paciente. En las modalidades por presión, la relación tiempo-presión pico determinará el incremento o descenso del flujo total de entrega. En las modalidades duales, la relación de la presión/volumen objetivo determina el flujo resultante.

Titulación del Disparo Inspiratorio

Se indica la programación de la sensibilidad por flujo porque su respuesta es más rápida y debe ser ajustada con base en el esfuerzo generado por el paciente, se recomienda el análisis la Figura de flujo-tiempo. En caso de que el ventilador sólo cuente con la sensibilidad por presión, se debe programar la sensibilidad ajustando el nivel de presión alcanzado por el paciente en la deflexión y así garantizar el alcance de cada uno de los esfuerzos.

Titulación del Tiempo de Insuflación

El tiempo de insuflación está determinada por dos variables las cuales son: el tiempo inspiratorio que está dado por las respiraciones controladas y/o la relación del tiempo inspiratorio/espírotorio en las respiraciones espontáneas totales, siendo esencial la fijación de la sensibilidad espiratoria, y el tiempo de presurización del circuito; el cual está definido por el rise time o rampa y se programa de acuerdo con el comportamiento de la curva presión tiempo.

Titulación del Nivel de Presión de Soporte

El objetivo de la titulación del nivel de presión de soporte es disminuir los esfuerzos ineficaces a través de la disminución de la presión, con esto se logra disminuir el volumen corriente, disminuir el tiempo de insuflación, aumentar el tiempo espiratorio, evitar la sobredistensión y evitar la PEEP intrínseca.

Titulación de la PEEP

La programación de la PEEP está en relación con los requerimientos mecánicos y de intercambio gaseoso del paciente. En caso de presencia de auto-PEEP, se debe ajustar a un 80-85% de nivel de auto-PEEP medido, con el fin de reducir el impacto en la sensibilidad (9).

Cualquier sea el origen de las asincronías deben ser corregidas para evitar que el paciente entre en angustia o ansiedad, en la siguiente tabla se mues-

tra estrategias que pueden contribuir a la corrección del desacople debido al ventilador.

Tabla 17. Resumen de estrategias para corregir cada asincronía.

Asincronía	Estrategias
Asincronía por disparo inefectivo o retardo del soporte	Comprobar la sensibilidad de disparo y si el atrapamiento aéreo es excesivo, comprobar si la asistencia es excesiva (ajuste excesivo de la frecuencia o del tiempo inspiratorio durante los modos controlados, o un nivel excesivo de ventilación presión de soporte), compensar la auto-PEEP con el 80-85% del valor de medición, valorar la presencia de disnea y/o contemplar la opción de modos proporcionales.
Autociclado	Comprobar la sensibilidad de disparo aumentando el umbral de presión o flujo, valorar el nivel de sedación del paciente, aumentar la PaCO ₂ , revisar la presencia de fugas y agua en el circuito del ventilador.
Doble disparo	Disminuir el nivel de sedación, revisar la frecuencia respiratoria, en paciente con factores de riesgo de lesión pulmonar se debe considerar los relajantes
Disparo reverso	Valorar la sedación o relajación
Asincronía de flujo	Aumentar el flujo aéreo, disminuir el impulso respiratorio y evaluar la eficacia de la analgesia y la sedación y valorar la presencia de disnea.
Asincronía por ciclado temprano	Ajustar el tiempo inspiratorio, ajustar la proporción de ciclado espiratorio
Asincronía por ciclado tardío	Reducir el tiempo inspiratorio programado aumentado el flujo, comprobar el ciclado y el volumen corriente, y verificar el confort del paciente.

Fuente: Esper, C.; Raúl, C.S.; Alberto, J.; Del Moral, R.; González, R.; Pablo, J. Asincronía En La Ventilación Mecánica. *Conceptos actuales*. Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva 2016, 30.

Bibliografía

1. Vales, Salvador Benito, Ramos Gómez Luis A. *Fundamentos de ventilación mecánica*. 1ª edición 2012. Editorial Marge Médica Book. Barcelona España
2. Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. “Soporte ventilatorio básico y avanzado (SORBA)”. *II Curso-taller de Ventilación Mecánica*. 2018. Grupo Distribuna. Bogotá Colombia.
3. Esper, C.; Raúl, C.S.; Alberto, J.; Del Moral, R.; González, R.; Pablo, J. “Asincronía En La Ventilación Mecánica. Conceptos actuales”. *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva* 2016, 30.
4. García-Prieto E., Amado-Rodríguez L. a,b y. Albaiceta G.M., a,b,c,* “Monitorización de la mecánica respiratoria en el paciente ventilado, por el grupo de Insuficiencia Respiratoria Aguda de la SEMICYUC”. *Medicina Intensiva* V. 38, Issue 1, January–February 2014, Pages 49-55)
5. Donoso, A.; Arriagada, D.; Contreras, D.; Ulloa, D.; Neumann, M. “Monitorización respiratoria del paciente pediátrico en la Unidad de Cuidados Intensivos”. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 2016, 73, 149–165, doi:10.1016/j.bmhmx.2016.02.006.
6. Brochard L, Martin GS, Blanch L, Pelosi P, Belda FJ, Jubran A, et al. “Clinical review: Respiratory monitoring” in the ICU-a consensus of 16. *Crit Care*. 2012;16(2):219
7. Jubran A, Tobin M. Monitoring during mechanical ventilation. En: Tobin M (ed.). *Principles and practice of mechanical ventilation*. 2ª ed. New York: McGraw-Hill; 2006. p. 1051-80.
8. Thille AW, Brochard L. “Promoting patient ventilator synchrony”. *Clin Pulm Med*. 2007;14:350-9.
9. Ferrer Z, Leopoldo Ferrer, Celis, Edgar. Soporte ventilatorio básico y avanzado (SORBA). *II Curso-taller de Ventilación Mecánica*. 2022. Grupo Distribuna. Bogotá Colombia.
10. Gilstrap, D.; Davies, J.; Liao, K.M.; Ou, C.Y.; Chen, C.W. Classifying Different Types of Double Triggering Based on Airway Pressure and Flow Deflection in Mechanically Ventilated Patients. *Clin Chest Med* 2011, 37, p. 460–466.

11. Mellott KG, Grap MJ, Munro CL, et al. "Patient ventilator asynchrony in critically ill adults: frequency and types". *Heart Lung*. 2014;43(3):231-43.
12. S. López *, B. Artachob, R. Artachoc , F. García c , J.A. Guzmán c, M. Lópezc, F. Caballeroc y Campoc E. "Interacción pacienteventilador". *Revista de Patología Respiratoria*. 2012; 15(2):54-60
13. Correger, E.; Murias, G.; Chacon, E.; Estruga, A.; Sales, B.; Lopez-Aguilar, J.; Montanya, J.; Lucangelo, U.; Garcia-Esquirol, O.; Villagra, A.; et al. "Interpretación de las curvas del respirador en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda". *Med. Intensiva* 2012, 36, 294–306, doi:10.1016/j.medint.2011.08.005.
14. Arellano DH. "Identifying Patient-Ventilator Asynchrony Using Waveform Analysis". *Palliat Med Care Open Access*. 4 de diciembre de 2017;4(4):1-4.

Índices de tablas

Tabla 1. Utilidad del Monitoreo Respiratorio	15
Tabla 2. Utilidades de la Curva Presión	20
Tabla 3. Clasificación de los flujos	27
Tabla 4. Efectos cardiopulmonares de la Pit	31
Tabla 5. Causas de Auto-PEEP en Ventilación Mecánica.....	32
Tabla 6. Fases de la Capnografía	68
Tabla 7. Diagnostico Diferencial de Valores de PETCO2 Crecientes o Decrecientes.....	71
Tabla 8. Anomalías que Afectan a los Componentes de la Forma de Onda del Capnógrafo	73
Tabla 9. Protocolo ABCDEF	126
Tabla 10. Cuidados Humanitarios y los Componentes de la Atención Centrada en el Paciente	127
Tabla 11. Escala Herramienta de observación del dolor en Cuidado Crítico. (Critical Care Pain Observation Tool [CPOT]).....	128
Tabla 12. Escala Conductual Del Dolor (Behavioral Pain Scale [BPS]).....	130
Tabla 13. Escala de Richmond Agitation Sedation Scale (Rass).....	131
Tabla 14. Uso de medicamentos.....	133
Tabla 15. Estrategias no Farmacológicas.....	143
Tabla 16. Factores que afectan la Sincronía Paciente-Ventilador	152
Tabla 17. Resumen de estrategias para corregir cada asincronía.....	164

List of tables

Table 1. Usefulness of Respiratory Monitoring.....	15
Table 2. Pressure Curve Utilities	20
Table 3. Classification of flows.....	27
Table 4. Cardiopulmonary effects of Pit	31
Table 5. Causes of Auto-PEEP in Mechanical Ventilation	32
Table 6. Phases of Capnography	68
Table 7. Differential Diagnosis of Increasing or Decreasing PEtCO ₂ Values ...	71
Table 8. Anomalies Affecting Shape Components Capnograph wave	73
Table 9. Protocol ABCDEF	126
Table 10. Humanitarian Care and Components Patient Centered Care	127
Table 11. Critical Care Pain Observation Tool Scale. (Critical Care Pain Observation Tool [CPOT])	128
Table 12. Behavioral Pain Scale (Behavioral Pain Scale [BPS]).....	130
Table 13. Richmond Agitation Sedation Scale (Rass)	131
Table 14. Use of medicines.....	133
Table 15. Non-pharmacological strategies	143
Table 16. Factors Affecting Patient-Ventilator Synchrony	152
Table 17. Summary of strategies to correct each asynchrony	164

Índices de ilustraciones

Ilustración 1. Monitor en ventilación mecánica	15
Ilustración 2. Tipos de ondas	16
Ilustración 3. Componentes de curva presión	17
Ilustración 4. Curva Presión Tiempo en Modo Presión.....	18
Ilustración 5. Curva Presión Tiempo Modo Volumen.....	18
Ilustración 6. Tipos de Onda por Volumen	19
Ilustración 7. Índice de Stress en la Curva Presión Tiempo	21
Ilustración 8. Curva de Volumen.....	22
Ilustración 9. Cambios de la Compliance Dinámica	22
Ilustración 10. Cambios de la compliance estática en Modo Volumen Control	23
Ilustración 11. Fugas Curva Volumen / Tiempo	24
Ilustración 12. Fuga de aire.....	25
Ilustración 13. Atrapamiento de aire.....	25
Ilustración 14. Tipos de Onda por flujo.....	26
Ilustración 15. Curva flujo tiempo	28
Ilustración 16. Aumento de la resistencia en modo volumen	30
Ilustración 17. Valoración de Auto-PEEP.....	31
Ilustración 18. Gráfica Presión/Volumen.....	33
Ilustración 19. Puntos de Inflexión	34
Ilustración 20. Respiración Espontanea	35
Ilustración 21. Aumento de la Compliance.....	36
Ilustración 22. Disminución de la Compliance	37
Ilustración 23. Aumento de la Resistencia en la Vía Aérea.....	38
Ilustración 24. Fuga Bucle Presión-Volumen.....	38
Ilustración 25. Gráfica de Trabajo Respiratorio	40
Ilustración 26. Componentes Bucle Flujo/Volumen	41
Ilustración 27. Bucle Flujo/Volumen	42
Ilustración 28. Interpretación Bucle Flujo/volumen	43
Ilustración 29. Cambios de Compliance en la Curva Flujo/ Volumen	45
Ilustración 30. Aumento de la Resistencia Bucle Flujo/Volumen	46
Ilustración 31. Resistencia en Inspiración y Expiración.....	47
Ilustración 32. Resistencia de la Va Aérea	48

Ilustración 33. Cambios de la Resistencia en Modo Presión.....	49
Ilustración 34. Relación de WOB en los Bucles Presión /Volumen	50
Ilustración 35. Fugas en Presión/Volumen	51
Ilustración 36. Distribución de la Resistencia	52
Ilustración 37. Valoración de la Resistencia en la Curva Presión /Volumen.....	52
Ilustración 38. Aumento de la resistencia	53
Ilustración 39. Aumento y Disminución de la Compliance en Presión/Volumen ..	54
Ilustración 40. Fisiología del dióxido de carbono.....	59
Ilustración 41. Capnografía de Tiempo y Volumen.....	65
Ilustración 42. Representación del Capnograma para Tres Respiraciones.....	67
Ilustración 43. Trazo de capnograma normal	69
Ilustración 44. Componentes del espacio Muerto en el capnógrafo Volumétrico ..	75
Ilustración 45. Ejemplos de Ondas de Capnogramas	77
Ilustración 46. Capnograma con línea de base ascendente	78
Ilustración 47. Capnograma que Sugiere Neumotórax	79
Ilustración 48. Capnogramas de Adultos y Neonatos con Intubación	80
Ilustración 49. Capnograma Durante Parada Cardíaca con Reinhalación	81
Ilustración 50. Formas de Onda Paciente Intubado	81
Ilustración 51. Onda con Disminución de EtCO ₂	82
Ilustración 52. Evaluación de RCP	82
Ilustración 53. Aumento Repentino De EtCO ₂	82
Ilustración 54. Capnografía en Paciente No Intubado.....	82
Ilustración 55. Hipoventilación	82
Ilustración 56. Hiperventilación	83
Ilustración 57. Decece EtCO ₂	83
Ilustración 58. Impacto de la fracción VD normal Versus enfermedad pulmonar	90
Ilustración 59. EtCO ₂ Normal Durante La Sedación Procedimental Normal....	95
Ilustración 60. Hiperventilación.....	95
Ilustración 61. Hipoventilación bradipneica.....	96
Ilustración 62. Hipoventilación hipoapneica	96
Ilustración 63. Hipoventilación y apnea.....	96
Ilustración 64. Valoración Capnográfica Durante la Reanimación Cardiopulmonar	99
Ilustración 65. Escala visual de dolor	128
Ilustración 66. Fases de la Respiración	151

Ilustración 67. Asincronía por disparo inefectivo	154
Ilustración 68. Asincronía por Retardo del Soporte	155
Ilustración 69. Autociclado	156
Ilustración 70. Doble Disparo	157
Ilustración 71. Disparo Reverso o Respiración de Arrastre	158
Ilustración 72. Asincronía del Flujo	159
Ilustración 73. Asincronía por Ciclado.....	160
Ilustración 74. Asincronía Ciclado temprano.....	161
Ilustración 75. Asincronía Ciclado tardío	162

List of illustrations

Illustration 1. Monitor in mechanical ventilation.....	5
Illustration 2. Types of waves	16
Illustration 3. Pressure curve components	17
Illustration 4. Pressure Time Curve in Pressure Mode	18
Illustration 5. Curve Pressure Time Mode Volume	18
Illustration 6. Wave Types by Volume	19
Illustration 7. Stress Index on the Pressure Curve Time	21
Illustration 8. Volume Curve	22
Illustration 9. Changes in Dynamic Compliance	22
Illustration 10. Static compliance changes in Volume Control Mode	23
Illustration 11. Leakage Curve Volume / Time	24
Illustration 12. Air leak	25
Illustration 13. Air trapping	25
Illustration 14. Flux Wave Types	26
Illustration 15. Flow curve time	28
Illustration 16. Increasing resistance in volume mode	30
Illustration 17. Assessment of Auto-PEEP	31
Illustration 18. Pressure/Volume Graph	33
Illustration 19. Turning Points	34
Illustration 20. Spontaneous Breathing	35
Illustration 21. Increasing Compliance	36
Illustration 22. Decrease in compliance	37
Illustration 23. Increasing Resistance in the Airway	38
Illustration 24. Pressure-Volume Loop Leak	38
Illustration 25. Respiratory Work Graph	40
Illustration 26. Loop Flow/Volume Components	41
Illustration 27. Loop Flow/Volume	42
Illustration 28. Interpretation Loop Flow/volume.....	43
Illustration 29. Compliance Changes in the Flow Curve/ Volume	45
Illustration 30. Increased Resistance Flow Loop/Volume	46
Illustration 31. Resistance in Inspiration and Expiration.....	47
Illustration 32. Resistance of the Aerial Va	48

Illustration 33. Pressure Mode Resistance Changes	49
Illustration 34. WOB Ratio in Pressure Loops /Volume	50
Illustration 35. Pressure Leakage/Volume	51
Illustration 36. Resistance Distribution	52
Illustration 37. Assessment of Resistance on the Pressure Curve /Volume.....	52
Illustration 38. Increasing resistance	53
Illustration 39. Increasing and Decreasing Pressure/Volume Compliance	54
Illustration 40. Physiology of carbon dioxide.....	59
Illustration 41. Time and Volume Capnography	65
Illustration 42. Representation of the Capnogram for Three Breaths	67
Illustration 43. Normal capnogram stroke	69
Illustration 44. Dead space components in the volumetric capnograph.....	75
Illustration 45. Examples of Capnograma Waves.....	77
Illustration 46. Capnogram with ascending baseline	78
Illustration 47. Capnogram Suggesting Pneumothorax	79
Illustration 48. Adult and Neonatal Capnograms with Intubation	80
Illustration 49. Capnogram During Cardiac Arrest with Reintubation	81
Illustration 50. Patient Intubated Waveforms.....	81
Illustration 51. EtCO ₂ Decreasing Wave.....	82
Illustration 52. Evaluation of CPR	82
Illustration 53. Sudden EtCO ₂ Increase	82
Illustration 54. Capnography in Non-Intubated Patient	82
Illustration 55. Hypoventilation	82
Illustration 56. Hyperventilation	83
Illustration 57. Decrease EtCO ₂	83
Illustration 58. Impact of the normal RV fraction Versus lung disease	90
Illustration 59. EtCO ₂ Normal During Normal Procedural Sedation.....	95
Illustration 60. Hyperventilation.....	95
Illustration 61. Bradypneic hypoventilation	96
Illustration 62. Hypoapneic hypoventilation	96
Illustration 63. Hypoventilation and apnea	96
Illustration 64. Capnographic Assessment During CPR.....	99
Illustration 65. Visual pain scale	128
Illustration 66. Phases of Breathing.....	151
Illustration 67. Ineffective breath asynchrony.....	154
Illustration 68. Asynchrony by Support Delay	155

Illustration 69. Self-cycling	156
Illustration 70. Double Shot	157
Illustration 71. Reverse Shot or Drag Breath	158
Illustration 72. Asynchrony of Flow	159
Illustration 73. Asynchrony by Cycling	160
Illustration 74. Asynchrony Early cycled	161
Illustration 75. Asynchrony Late cycled	162