

## Asincronía en la ventilación mecánica. Conceptos actuales

Raúl Carrillo Esper,\* Julio Alberto Cruz Santana,‡  
 Oscar Rojo del Moral,‡ Juan Pablo Romero González‡

### RESUMEN

La asincronía paciente-ventilador es común durante la ventilación mecánica. Disminuye el confort, prolonga la ventilación mecánica, la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos e incrementa la mortalidad. 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 más comunes son el retraso en el disparo, autodisparo, los esfuerzos inspiratorios ineficaces, desajuste en tiempo inspiratorio entre el paciente y ventilador y el doble disparo. El objetivo de este trabajo es revisar los conceptos actuales relacionados con las manifestaciones clínicas y ventilatorias de la asincronía.

**Palabras clave:** Asincronía, ventilación mecánica.

### SUMMARY

*Patient-ventilator asynchrony is common during mechanical ventilation. Asynchrony decreases comfort, prolongs mechanical ventilation, intensive care unit stays and mortality. Dyssynchrony can occur during triggering of the ventilator, the inspiration period after triggering, the transition from inspiration to expiration, and the expiratory phase. The most common dyssynchronies are delayed triggering, autotriggering, ineffective inspiratory efforts, mismatch between the patient's and ventilator's inspiratory times, and double triggering. The aim of this paper is to review current concepts related to the clinical and ventilatory manifestations of dyssynchrony in the critically ill ventilated patients.*

**Key words:** Dyssynchrony, mechanical ventilation.

### INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica tiene como objetivo reducir el trabajo respiratorio, mantener la interacción cardiopulmonar y asegurar un adecuado intercambio gaseoso mediante un complejo proceso de interacción paciente-ventilador mecánico. Su implementación como parte del manejo integral del enfermo grave ha logrado disminuir la mortalidad en diferentes escenarios de lesión pulmonar primaria y secundaria hasta en 50%. Es importante mencionar que

a pesar de sus grandes beneficios, la VM puede asociarse con complicaciones de las que destacan el biotrauma, volutrauma, atelectrauma y procesos infecciosos inherentes al uso de tubos endotraqueales.<sup>1,2</sup>

La interacción paciente-ventilador es **sincrónica** cuando el ventilador mecánico es sensible al esfuerzo del paciente, el flujo de gas generado es suficiente para cubrir las demandas y la inspiración mecánica actúa en fase con la inspiración neural. Cualquier alteración o desfase en uno o más de estos niveles del proceso desencadenará asincronía entre la actividad respiratoria del paciente y el ciclo del ventilador mecánico.<sup>3,4</sup>

El objetivo de este trabajo es revisar conceptos actuales relacionados con la asincronía durante la ventilación mecánica.

### 1) Asincronía

La asincronía ventilación-paciente se define como el desfase de la respiración del paciente (fase neu-

\* Academia Nacional de Medicina. Academia Mexicana de Cirugía. Jefe de la Unidad de Terapia Intensiva.

‡ Residentes de Medicina Intensiva.

Fundación Clínica Médica Sur.

Fecha de recepción: 29 de abril 2015

Fecha de aceptación: 09 de julio 2015

Este artículo puede ser consultado en versión completa en  
<http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

ral) y la respiración mecánica (fase asincrónica o mecánica), o bien la incapacidad del flujo del ventilador mecánico para satisfacer las demandas del paciente (asincronía de flujo o fase de flujo).<sup>3,4</sup>

La asincronía no sólo provoca malestar y angustia, sino también aumenta la necesidad de sedantes y bloqueadores neuromusculares, prolonga la ventilación mecánica (VM), los días en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), e incrementa la probabilidad de lesión muscular respiratoria y la mortalidad.<sup>5,6</sup>

Para evaluar la interacción ventilador-paciente se requiere de un adecuado conocimiento de los diferentes modos de ventilación, su adecuación en diferentes escenarios clínicos y de una adecuada interpretación de la interacción clínica y el ciclado del ventilador mecánico mediante la interpretación de su interrelación con las curvas de presión, flujo y volumen.<sup>5-7</sup>

La asincronía se puede presentar en alguna de las cuatro fases de una respiración (*Figura 1*):<sup>8</sup>

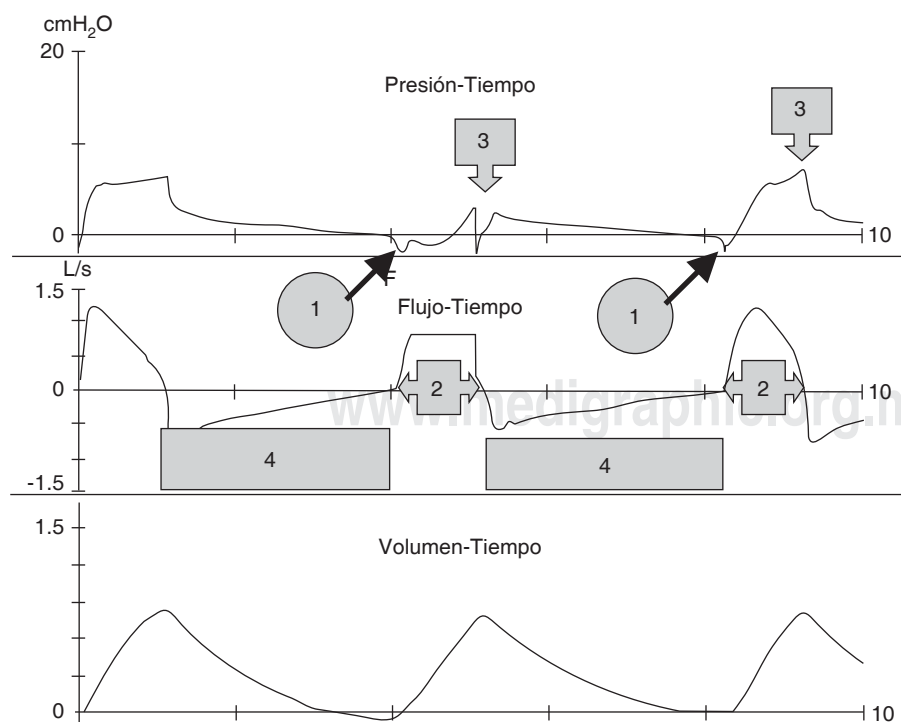
**Fase 1.** El disparo (inicio de la inspiración) es determinado por la sensibilidad del ventilador, el esfuerzo del paciente, y la capacidad de respuesta de la válvula. El inicio del esfuerzo del paciente, indica el umbral del disparo (2 cmH<sub>2</sub>O) al que se abre la válvula de inspiración.

**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 (la primera y la tercera respiraciones son respiraciones de apoyo de presión, en el que el flujo es parcialmente dependiente del esfuerzo del paciente, y el segundo aliento es el aliento obligatorio, que tiene un patrón de flujo constante, la forma de onda de presión durante la respiración obligatoria indica que el flujo inspiratorio era inadecuado.

**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). Ésta es la forma de onda del flujo espiratorio que vuelve a cero antes de la siguiente respiración, e indica la ausencia de auto-PEEP.

En el análisis de las causas de la asincronía hay que considerar un conjunto de factores causales, el primero y más importante, es la programación del ventilador mecánico y la deficiencia en su monito-



**Figura 1.**

*Fases del ciclo respiratorio en el que se pueden presentar los diferentes tipos de asincronía. 1) Disparo inspiratorio, 2) flujo inspiratorio, 3) final de la inspiración, 4) fase espiratoria, que puede ser temprana y tardía.*

reo; en segundo lugar están los factores derivados de los procesos fisiopatológicos del paciente, que se pueden resumir en:<sup>9,10</sup>

1. La programación del inicio y el término del esfuerzo inspiratorio, así como del ciclado del ventilador mecánico.
2. El origen de la demanda ventilatoria del paciente y la suficiencia en el flujo de gas generado por la máquina.
3. Las técnicas y los tratamientos de sedación, analgesia o control de los estados de delirium.

### 2) Índice de asincronía

El índice de **asincronía** se define como el **número de eventos asincrónicos/frecuencia respiratoria total x 100%**. Se define a la asincronía severa como el índice de asincronía > 10%.<sup>11</sup>

Hasta una cuarta parte de los pacientes con ventilación mecánica presentan una elevada incidencia de asincronía, la cual se asocia con tiempo prolongado de la ventilación mecánica, y los niveles excesivos de soporte ventilatorio aumentan los días de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva, así como los riesgos y los costos de la misma.<sup>11,12</sup>

### 3) Tipos de asincronía

Son bien conocidos los diferentes tipos de asincronía, su etiología, relación con las diferentes fases del ciclo respiratorio, análisis y tratamiento.<sup>13,14</sup>

#### a) Asincronía en la fase de disparo

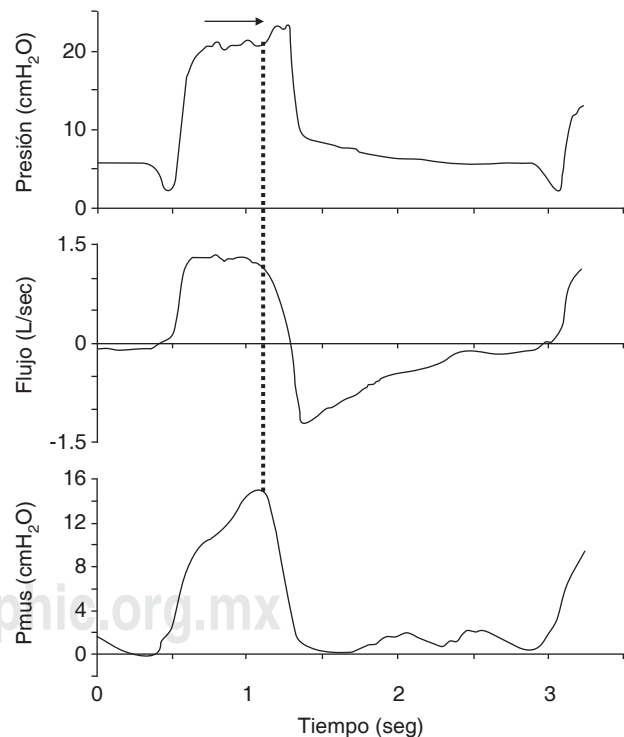
El esfuerzo inspiratorio del paciente inicia con la entrega de aire por el ventilador al alcanzar un determinado umbral, el cual es programado por el operador, este disparo puede ser programado para detectar un cambio en la curva de presión, flujo o de volumen. La activación ineficaz puede ocurrir hasta un tercio de los esfuerzos inspiratorios y puede ser responsable de hasta 88% de las respiraciones asincrónicas.<sup>13,14</sup>

La asincronía debida a la fase de disparo ineficaz se puede expresar como:

- 1) El **autociclado** (disparo del ventilador en ausencia de esfuerzo del paciente) se puede producir como consecuencia de artefactos en el circuito del ventilador: presencia de agua en el circuito,

fugas y oscilaciones cardiacas. Se presenta en pacientes con bajo umbral inspiratorio central, frecuencia respiratoria baja o volumen sistólico elevado. Las curvas de presión y flujo ayudan a detectar este problema. La ausencia de la caída inicial durante el final de la espiración es indicativa de autociclado. Esta forma de asincronía se puede minimizar incrementando el umbral de presión y/o de flujo para el disparo del ventilador, e incrementando el impulso central del paciente, es decir, disminuyendo la sedación o incrementando la PaCO<sub>2</sub> así como eliminando las fugas.

- 2) El **retraso en el disparo** (tiempo de demora desde que se produce el esfuerzo del paciente hasta que el ventilador entrega el flujo) y el **esfuerzo fallido** (esfuerzos musculares del paciente que no disparan el ventilador) tienen causas comunes. De los factores relacionados con el paciente destacan la hiperinsuflación dinámica, el bajo impulso respiratorio central y la debilidad muscular. En cuanto al ventilador, los niveles altos de



**Figura 2.** Asincronía de presurización en donde se observa elevación de la presión al final de la inspiración (flecha en la curva de presión tras la línea punteada), que indica que el tiempo inspiratorio mecánico excede al tiempo inspiratorio neural que se extiende a la fase espiratoria del paciente. Pmus = presión ejercida por los músculos respiratorios.

asistencia y la asincronía espiratoria en forma de retraso de apertura de la válvula de espiración (tiempo inspiratorio mecánico superior al tiempo inspiratorio neural).

### b) *Asincronía durante la fase de presurización*

Se presenta cuando la demanda de flujo del paciente no es suplida por el flujo aportado por el ventilador. El tiempo en que se alcanza la presión prefijada, denominado tiempo de rampa, puede tener una notable influencia en la sincronía durante esta fase. No existe una regla fija para determinar qué tiempo de rampa es mejor, pero sabemos que tanto los tiempos prolongados como los excesivamente cortos se asocian con asincronía.<sup>13,14</sup>

La forma de la curva de flujo nos puede orientar hacia la posibilidad de asincronía durante la fase de presurización. En 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 a espiración. 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 ( $P_{mus}$ ) 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 (*Figura 2*).

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.

### c) *Asincronía espiratoria*

Se produce cuando el tiempo inspiratorio mecánico precede o excede el tiempo inspiratorio neural. Cuando el tiempo inspiratorio mecánico es más corto que el tiempo inspiratorio neural ( $T_{i\text{pac}} > T_{i\text{vent}}$ ), el sujeto continúa contrayendo sus músculos respiratorios durante la espiración mecánica. En la modalidad de presión de soporte esto puede ocurrir por una presión programada demasiado baja. En la curva de flujo, tras un descenso inicial durante la espiración, vemos un ascenso hacia la línea de base que indica esfuerzo inspiratorio mantenido del paciente (*Figura 3*).<sup>13,14</sup>

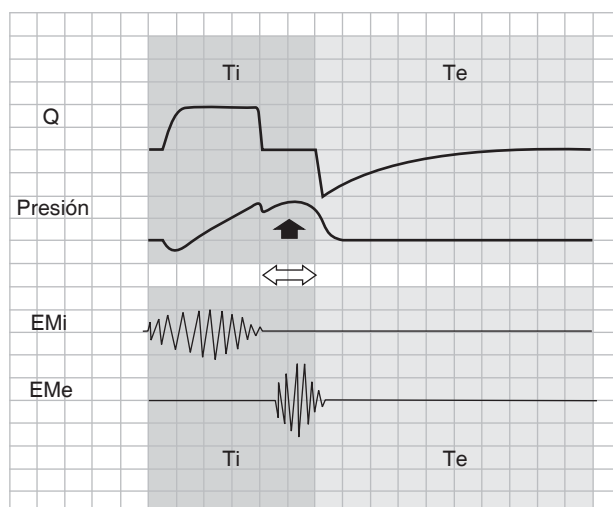


**Figura 3.**

*Asincronía espiratoria. Se observa el flujo y la distorsión al inicio de la espiración (flechas), causado por la contracción de los músculos inspiratorios. El final de la inspiración neural es el punto en el que la presión transdiafragmática comienza a disminuir rápidamente (línea punteada vertical). Flujo, presión de la vía aérea (Pva), presión gástrica (Pga), presión esofágica (Pes), y presión transdiafragmática (Pdi).*

d) *Doble disparo*

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 ( $Ti_{pac} > Ti_{vent}$ ), se produce una caída de  $Paw$  que puede volver a disparar un ciclo inspiratorio, esto es, dos inspiraciones no separadas por una espiración.<sup>13,14</sup>



**Figura 4.** Asincronía por doble disparo. En la parte superior se observa curva de flujo (Q) y presión de la vía aérea. En la parte inferior, registros electromiográficos de músculos inspiratorios (EMi) y espiratorios (EMe).  $Ti_{pac} < Ti_{vent}$  (doble flecha hueca). Tras la relajación de los músculos inspiratorios, la espiración no ocurre porque la vía aérea se encuentra aún presurizada. Unos instantes después, el paciente activa sus músculos espiratorios produciendo un incremento de la presión (flecha sólida).

Cuando el tiempo inspiratorio mecánico supera al tiempo inspiratorio neural del paciente ( $Ti_{pac} < Ti_{vent}$ ) 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, en los pacientes con EPOC en los que la resistencia (R) alta y la elastancia (E) es baja, es frecuente que este fenómeno ocurra y lleve al desarrollo de auto-PEEP (Figura 4).

**4) Dispositivos para evaluar la asincronía**

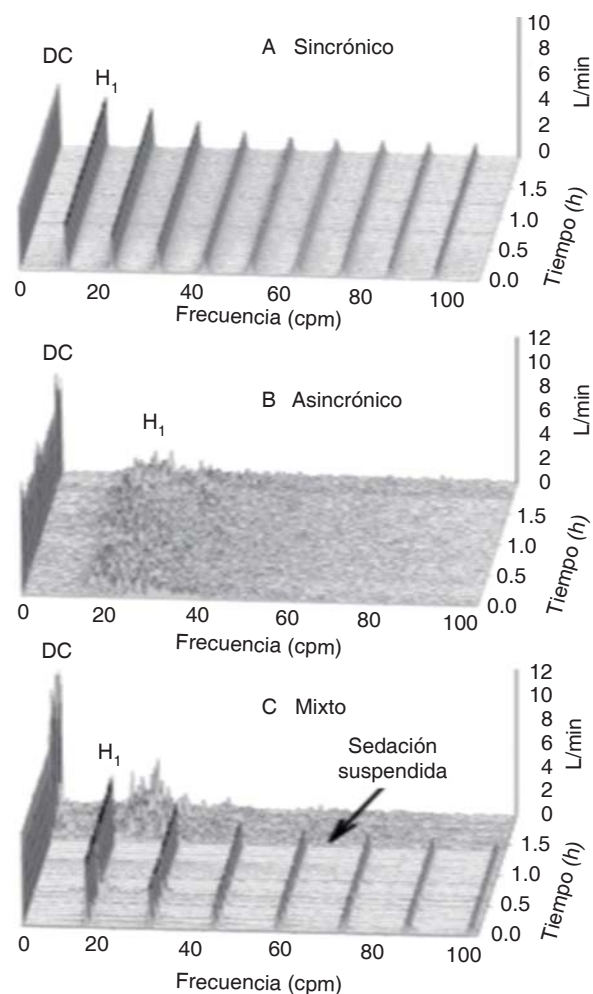
Para medir la asincronía en la ventilación mecánica se requiere de entrenamiento por parte del personal de salud además de un monitoreo continuo. En un estudio realizado en Sabadell, España fueron estudiados 50 pacientes en una Unidad de Cuidados Intensivos con ventilación mecánica utilizando software (Better-Care™)<sup>15,16</sup> que registró continuamente el flujo de aire, de las vías respiratorias presión y volumen corriente, desde el ingreso hasta la liberación del ventilador o la muerte, se observó que la reintubación y traqueotomía, las tasas entre los dos grupos fueron similares pero en los pacientes con una IA > 10% la duración en la ventilación mecánica, los días en la UCI y la mortalidad hospitalaria fueron significativamente mayores (Cuadro I).<sup>17,18</sup>

Se ha demostrado que un alto índice de asincronía puede aumentar la duración de la ventilación mecánica y las complicaciones. Una mejor detección, mejores modos ventilatorios y sistemas que permitan optimizar la sincronización de las demandas de los pacientes y disparo del ventilador son necesarios para mejorar la sincronía paciente-ventilador. Actualmente, se buscan métodos más exactos.

**Cuadro I. Relación entre el índice de asincronía y duración de la ventilación mecánica, reintubación, traqueostomía y mortalidad.<sup>14</sup>**

	AI < 10% (n = 44)	AI > 10% (n = 6)	Valor p
Días de ventilación mecánica	6 [5.0; 15.0]	16 [9.7; 20.0]	0.061
Reintubación	9 (20%)	0 (0%)	0.57
Traqueotomía	14 (32%)	2 (33%)	0.999
Mortalidad en la UCI	6 (14%)	4 (67%)	0.011*
La mortalidad hospitalaria	10 (23%)	4 (67%)	0.044*

Los datos se expresan como número y porcentaje o como medianas y rangos intercuartil.  
 VM = ventilación mecánica; UCI = Unidad de Cuidados Intensivos; IA = índice de asincronía.  
 \* Significativo al  $p < 0.05$ .



**Figura 5.** Patrones de asincronía por espectrometría de flujo. **Panel A,** adecuada interacción paciente-ventilador. **Panel B,** asincronía. **Panel C,** asincronía al suspender la sedación.

tos y continuos para la evaluación de la asincronía. En relación con este tema se está estudiando un nuevo índice entre la interacción paciente-ventilador (índice NeuroSync), que mide la actividad eléctrica diafragmática (EADI), en comparación con el análisis manual y los índices de asincronía. El índice NeuroSync aumentó la sensibilidad de la detección de asincronía, en comparación con los índices publicados anteriormente. Otro método actualmente utilizado es 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 (Figura 5).<sup>17,18</sup>

## CONCLUSIÓN

Con base en la evidencia científica recomendamos que en todo enfermo en ventilación mecánica deberá de evaluarse estrecha y continuamente su adecuada interacción con el ventilador. La detección temprana y oportuna de la asincronía derivada de un análisis minucioso de las diferentes variables de monitoreo respiratorio, en especial el índice de asincronía, resultará en la implementación de la mejor estrategia para resolverla, lo que impactará en una mejor evolución y disminución de la morbi-mortalidad asociada con esta complicación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Schmidt M, Demoule A, Polito A, Porchet R, Aboab J, Siami S, et al. Dyspnea in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care Med.* 2011;39:2059-2065.
- Gilstrap D, MacIntyre N. Patient-ventilator interactions. Implications for clinical management. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188:1058-1068.
- Murias G, Villagra A, Blanch L. Patient-ventilator dyssynchrony during assisted invasive mechanical ventilation. *Minerva Anestesiol.* 2013;79:434-444.
- Vitacca M, Bianchi L, Zanotti E, Vianello A, Barbano L, Porta R. Assessment of physiologic variables and subjective comfort under different levels of pressure support ventilation. *Chest.* 2004;126:851-859.
- Schmidt M, Banzett RB, Raux M, Morelot-Panzini C, Dangers L, Similowski T, et al. Unrecognized suffering in the ICU: addressing dyspnea in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med.* 2014;40:1-10.
- Georgopoulos D, Prinianakis G, Kondili E. Bedside waveforms interpretation as a tool to identify patient-ventilator asynchronies. *Intensive Care Med.* 2006;32:34-47.
- De Wit M, Pedram S, Best AM, Epstein SK. Observational study of patient-ventilator asynchrony and relationship to sedation level. *J Crit Care.* 2009;24:74-80.
- Nilsestuen J, Hargett K. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. *Respir Care.* 2005;50:202-232.
- de Wit M, Miller KB, Green DA, Ostman HE, Gennings C, Epstein SK. Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2009;37:2740-2745.
- Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, Lellouche F, Brochard L. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2006;32:1515-1522.
- Hess DR. Patient-ventilator interaction during noninvasive ventilation. *Respir Care.* 2011;56:153-165.
- Tobin MJ, Fahey PJ. *Management of the patient who is "fighting the ventilator"*. In: Principles and practice of mechanical ventilation. New York: McGraw Hill; 1994. p. 1149.
- Colombo D, Cammarota G, Alemani M, Carenzo L, Barra FL, Vaschetto R, et al. Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient-ventilator asynchrony. *Crit Care Med.* 2011;39:2452-2457.

14. Blanch L, Villagra A, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, Luján M, et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. *Intensive Care Med.* 2015;41:633-641.
15. Sinderby C, Liu S, Colombo D, Camarotta G, Slutsky A, Navalesi P, et al. An automated and standardized neural index to quantify patient-ventilator interaction. *Critical Care.* 2013;17:R239.
16. Gutierrez G, Ballarino G, Turkan H, Abril J, De La Cruz L, Edsall C, et al. Automatic detection of patient-ventilator asynchrony by spectral analysis of airway flow. *Critical Care.* 2011;15:R167.
17. Blanch L, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, García-Esquivel O, Villagra A, et al. Validation of the Better Care-system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: a pilot study. *Intensive Care Med.* 2012;38:772-780.
18. Shehabi Y, Chan L, Kadiman S, Alias A, Ismail WN, Tan MA, et al. Sedation depth and long-term mortality in mechanically ventilated critically ill adults: a prospective longitudinal multicentre cohort study. *Intensive Care Med.* 2013;39:910-918.

*Correspondencia:*

Dr. Julio Alberto Cruz Santana  
Unidad de Terapia Intensiva,  
Hospital Médica Sur.  
Puente de Piedra Núm. 150,  
Col. Toriello Guerra, 14050,  
Del. Tlalpan, México, D.F.  
E-mail: cruzsantana07@gmail.com