

# Influencia de los modos ventilatorios en el sueño en el ambiente de la Terapia Intensiva

## Influence of ventilatory modes on sleep in the Intensive Care environment

Bárbara Sofía Segovia<sup>1</sup>, Magalí Blanco<sup>2</sup>, Eduardo Borsini<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Introducción.** Los pacientes críticamente enfermos en la Unidad de Terapia Intensiva desarrollan alteraciones de la arquitectura del sueño y anomalías del ciclo circadiano. Los factores que contribuyen pueden ser propios del ambiente, debidos a la patología que determina la hospitalización, al uso de medicación, efectos tóxicos de la sepsis y por la implementación de la ventilación mecánica. El objetivo del presente trabajo es revisar las características del sueño en los pacientes con asistencia ventilatoria mecánica y profundizar el conocimiento acerca de cómo diferentes modos ventilatorios afectan su calidad y cantidad.

**Material y métodos.** Trabajo de revisión sistemática de la literatura.

**Resultados.** Las causas de alteración del sueño en pacientes ventilados estuvieron relacionadas con las alarmas sonoras, las intervenciones clínicas y el miedo y ansiedad. El tubo endotraqueal y la modalidad de ventilación con presión de soporte se asociaron con mayor discomfort y fragmentación del sueño, particularmente en las modalidades de asistencia que favorezcan una reducción desmedida del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Los modos proporcionales PAV y NAVA presentan ventajas sobre PC-CSV y PC-CMV al adaptarse a la demanda ventilatoria, mejorando el acople neuroventilatorio y disminuyendo las asincronías paciente-ventilador; con la consecuente disminución de las apneas centrales y los microdespertares, aunque su impacto a largo plazo aún se desconoce. **Conclusiones.** El equipo de salud debe desarrollar medidas para mantener el ciclo vigilia-sueño de pacientes ventilados, individualizando la modalidad de ventilación de acuerdo a objetivos fisiológicos e incluyendo la minimización del impacto a corto y largo plazo de las alteraciones del sueño.

**Palabras clave:** ventilación mecánica, modo ventilatorio, sueño, ritmos circadianos, microdespertar.

### ABSTRACT

**Introduction.** Critically ill patients in the Intensive Care Unit develop sleep architecture abnormalities and circadian cycle disturbances. The contributing factors may be characteristic of the environment, due to underlying disease that determines hospitalization, to the use of medication, to the toxic effects of sepsis and to the implementation of mechanical ventilation. The objective of this systematic literature analysis is to review the characteristics of sleep abnormalities in patients with mechanical ventilation, and to analyze the current knowledge about how different ventilation modes affect their quality and quantity.

**Material and methods.** A systematic review.

**Results.** The causes of sleep disturbance in ventilated patients were related to audible alarms, to clinical interventions and to fear and anxiety. The endotracheal tube and the ventilation by support pressure were associated with greater discomfort and sleep fragmentation, particularly in the assistance modalities that favours an excessive reduction of carbon dioxide. Proportional modes as PAV and NAVA, have advantages over PC-CSV and PC-CMV by adapting to the ventilatory demand, improving the neuro-ventilatory coupling and decreasing the patient-ventilator asynchronies, with the consequent decrease of the central apneas and arousal, although its long-term impact is still unknown. **Conclusions.** The health team must develop measures and procedures to maintain the wake-sleep cycle in ventilated patients, individualizing the ventilation modality according to physiological objectives including minimizing the short and long-term impact of sleep disturbances.

**Keywords:** mechanical ventilation, ventilatory mode, sleep, circadian rhythm, arousal.

Fronteras en Medicina 2021;16(1):37-42. <https://DOI.org/10.31954/RFEM/202101/0037-0042>

### INTRODUCCIÓN

El sueño es un estado reversible de desconexión perceptiva y falta de respuesta al medio ambiente, y representa un proceso fisiológico fundamental para la restauración de las funciones normales de los órganos<sup>1,2</sup>. Los pacientes críticamente enfermos internados en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI) desarrollan alteraciones de

la arquitectura del sueño y anomalías del ciclo circadiano. Las que han sido frecuentemente descritas son: prolongación de fase 1 y 2 de sueño superficial y disminución de la etapa 3 (sueño profundo) y fase de movimientos oculares rápidos (REM). Son frecuentes, además, los microdespertares (*arousal*) que llevan a escasa consolidación y fragmentación del sueño<sup>3</sup>.

Los factores que contribuyen a estas alteraciones pueden ser propios del ambiente de la UTI, por ejemplo el excesivo ruido, las intervenciones del equipo de salud, la exposición de la luz sin respeto de los ritmos fisiológicos (ritmo circadiano de luz-oscuridad), así como los debidos a la patología que determina la estancia en cuidados críticos o al uso de medicación (vasopresores, sedantes, corticosteroides), los efectos tóxicos de la sepsis y la implementación de la ventilación mecánica (VM) por sí misma<sup>4</sup>.

Algunas de las consecuencias de la privación del sueño de los pacientes críticamente enfermos son: disfunción

1. Hospital Italiano de Buenos Aires. CABA.

2. Hospital Británico de Buenos Aires. CABA.

Correspondencia: Bárbara Sofía Segovia: Hospital Italiano. Pres. Tte. Gral. Juan Domingo Perón 4190. C1199ABH CABA. Rep. Argentina. Tel.: +5411-49590200. [barbara.segovia390@gmail.com](mailto:barbara.segovia390@gmail.com)

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 16/12/2020 | Aceptado: 20/02/2021

**Tabla 1.** Artículos representativos de la búsqueda bibliográfica sistemática.

Nº	Autor	Año de publicación	Diseño del estudio	Muestra	Hallazgos significativos
1	Meza et al.	1998	Ensayo clínico comparativo	12	El principal mecanismo de apneas centrales fue la disminución de la PaCO <sub>2</sub> provocada por el aumento del nivel de la presión soporte llevando a fragmentación del sueño.
2	Cooper et al.	2000	Cohorte prospectiva	20	Estudio llevado a cabo en pacientes críticamente enfermos bajo VM. Se dividieron en tres grupos. La fragmentación del sueño fue mayor que en los pacientes ambulatorios con SAHOS.
3	Parthasarathy y Tobin	2002	Ensayo clínico randomizado cruzado	11	Compararon PSV, ventilación asistida controlada y PSV con espacio muerto. El sueño estuvo fragmentado en todos los modos; sin embargo, PSV tuvo efecto más deletéreo y apneas centrales.
4	Bosma et al.	2007	Ensayo clínico randomizado y cruzado	13	Compararon PSV y PAV sin hallar diferencias respecto a la cantidad de sueño en los dos modos, pero existió una mejora de la calidad utilizando PAV, con menor fragmentación.
5	Cabello et al.	2008	Estudio prospectivo, comparativo y cruzado	15	Compararon ventilación asistida controlada, PSV ajustado clínicamente (PSVc) y PSV ajustado automáticamente (PSVa). No se observaron diferencias en la eficiencia y arquitectura entre los tres modos estudiados, excepto por mayor duración de la etapa 2 durante PSVa. No existieron apneas en ventilación asistida controlada. La cantidad de sueño fue aceptable, aunque no así su calidad.
6	Ozsancak et al.	2008	Revisión		Descripción sobre fisiología normal del sueño, control ventilatorio y cómo afecta la VM y sus modos. Concluye que una programación inadecuada contribuye a la fragmentación.
7	Deslile et al.	2011	Estudio prospectivo, comparativo y cruzado	14	Compararon NAVA y PSV no hallando diferencias en la arquitectura y eficiencia del sueño. En PSV demostró bajo porcentaje de REM y alto grado de fragmentación. Con NAVA mejora el confort con mayor acoplamiento neuroventilatorio durante el ciclo REM y porcentaje menor de <i>trigger delay</i> .
8	Rittayamai et al.	2016	Revisión		Los profesionales deben conocer las consecuencias de la VM y la programación del modo ventilatorio sobre la fisiología del sueño, especialmente durante PSV. Recomiendan ajustar un adecuado nivel de asistencia durante la noche.
9	Dennis et al.	2018	Revisión		Son varios los factores que afectan la calidad del sueño en los pacientes críticamente enfermos. Estas alteraciones tienen efectos adversos con consecuencias a nivel cognitivo, en el comportamiento, en las funciones respiratorias, inmunes y metabólicas. Contribuyen también al desarrollo de <i>delirium</i> .
10	Locihová et al.	2018	Revisión	192	Las intervenciones para mejorar la calidad del sueño afectan de manera positiva los resultados finales en los pacientes internados en UTI. El objetivo es reducir la asincronía paciente-ventilador utilizando modos ventilatorios que se adaptan a la demanda como PAV y NAVA.

ción neurocognitiva, alteración de la función respiratoria (disminución de la respuesta a la hipoxemia y la hipercapnia, disminución de la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios), alteración de los mecanismos inmunes que determinan susceptibilidad a las infecciones, trastornos del metabolismo glucémico, incremento de la ansiedad y disminución del umbral del dolor<sup>5</sup>. Los pacientes críticos bajo VM son aún más vulnerables a padecer las consecuencias de las alteraciones en la arquitectura del sueño, de modo que resulta de suma importancia conocer la relación entre los modos ventilatorios y el sueño, aun cuando el impacto de la ventilación mecánica no es el único factor que influye en este proceso. Por ello, nos propusimos revisar las características del sueño en los pacientes críticamente enfermos con VM y profundizar el conocimiento acerca de cómo los diferentes modos ventilatorios pueden afectar la calidad y cantidad del sueño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo prospectivo de revisión sistemática de la literatura. Se realizó una búsqueda bibliográfica en idioma

inglés usando la base de datos *PubMed* según el método *PICO* con los siguientes filtros: *Sleep, Sleep/physiology, Sleep Deprivation, Critical Illness, Respiration Artificial, Mechanical Ventilation*, utilizando los conectores AND y OR. Se incluyeron los artículos publicados entre los años 1998 y 2019.

En la primera búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave y términos Mesh: “Sleep” [Mesh] AND “Sleep/physiology” [Mesh] OR “Sleep Deprivation” [All Fields] AND “Critical Illness” [Mesh] AND (“Respiration, Artificial” [Mesh] OR “Ventilation, Mechanical” [All Fields] OR (“respiration, artificial” [MeSH Terms] OR (“respiration” [All Fields] AND “artificial” [All Fields]) OR “artificial respiration” [All Fields] OR (“mechanical” [All Fields] AND “ventilation” [All Fields]) OR “mechanical ventilation” [All Fields])).

Se excluyeron aquellos trabajos de poblaciones con ventilación mecánica domiciliaria y los que incluían poblaciones específicas tales como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, patología neuromuscular, síndrome de apneas-hipopneas del sueño o síndrome de hipoventilación-obesidad.

**Tabla 2.** Posibles causas de percepción subjetiva de mala calidad de sueño en la UTI.

- El tiempo total de sueño preservado; sin embargo, el sueño diurno aumenta respecto al nocturno.
- Disminución en la eficiencia del sueño.
- Alteración del ciclo circadiano y alteración de la secreción de melatonina.
- Aumento de etapas N1 y N2 (sueño liviano) y disminución o abolición de etapa N3 (sueño profundo).
- REM reducido e incluso abolido.
- Elevada frecuencia de microdespertares o despertares, llevando a la fragmentación del sueño.
- Eventos respiratorios que colaboran con la fragmentación de sueño (respiración periódica y apneas centrales) asociados a microdespertares.

Obtuvimos un resultado de 28 artículos, de los cuales 10 fueron seleccionados debido a su calidad y se mencionan, sirviendo de base para nuevas búsquedas (Tabla 1).

### Evaluación del sueño en el ambiente de la UTI. Herramientas y definiciones

Los diferentes métodos de monitorización tienen como fin realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa del sueño. La calidad se relaciona con el porcentaje de cada etapa, con la arquitectura y la fragmentación del sueño. En cambio, la cantidad se asocia con el tiempo de sueño durante el período de evaluación y puede expresarse como la eficiencia del mismo<sup>6</sup> (porcentaje de sueño durante el estudio/tiempo de evaluación).

Parece relevante identificar de manera precoz las alteraciones del sueño que puedan presentarse en los pacientes críticamente enfermos en la UTI, identificar su causa y sus posibles soluciones<sup>7,8</sup>.

En la actualidad los elementos que existen para la evaluación del sueño presentan numerosas limitaciones. Las evaluaciones utilizadas en los trabajos de investigación pueden clasificarse en objetivas y subjetivas.

#### Objetivas:

- Polisomnografía (PSG): es el *gold standard* para la evaluación de la cantidad y calidad del sueño en pacientes ambulatorios. Incluye electroencefalograma (EEG), electromiograma (EMG), electrocardiograma (ECG), monitorización de los movimientos del tórax y un pulsioxímetro. Su utilidad en UTI es controvertida ya que la información que brinda puede verse alterada por sensores que alteren la señal o por el estado propio del paciente como en los casos de encefalopatía por falla renal o hepática o cuando se utilizan drogas hipnóticas y sedantes.
- Actigrafía: utiliza un acelerómetro que se coloca en la muñeca del paciente para evaluar el estado de vigilia mediante los movimientos. Su uso es poco práctico en la UTI ya que los pacientes pueden padecer debilidad o estar bajo sedación continua.
- Índice Bi-espectral (BIS): es una puntuación en una escala del 0 al 100. Por medio de electrodos de

EEG se mide el nivel de conciencia del paciente. Presentan el inconveniente de que pueden desprenderse y brindar información incorrecta.

- Medición plasmática de melatonina: es el estándar de referencia para la monitorización del ritmo circadiano. Puede utilizarse la medición de melatonina en plasma o, como subrogante, la 6-sulfatoximetatonina en orina.

#### Subjetivas:

- Cuestionarios: existen múltiples cuestionarios destinados a ser completados por los pacientes. Debido a las alteraciones neurocognitivas que pueden padecer por el uso de sedantes o el tiempo transcurrido en la UTI, su utilización es poco práctica. Uno de los más utilizados es el Cuestionario de Sueño Richards-Campbell (RCSQ).
- Cuestionarios al personal de salud: pueden ser evaluaciones indirectas a través de cuestionarios, escalas u observación por el personal de salud que intentan estimar la calidad y cantidad de sueño. Sin embargo, los resultados han demostrado diferencias con la PSG y con el RCSQ.

## DESARROLLO

### Cantidad y calidad del sueño en pacientes internados en UTI

Un estudio realizado en Italia entrevistó a pacientes al tercer día del alta hospitalaria. El 61% manifestó padecer alteraciones o privación del sueño durante su estadía en UTI<sup>4</sup>. Rotondi et al.<sup>8</sup>, en el estudio “calidad de vida luego de la VM”, exploraron la percepción de potenciales factores que causan estrés en pacientes que reciben VM por más de 48 horas. Se formularon cuestionarios donde se evalúa la experiencia física y psicológica asociada al tubo endotraqueal (TET) y a la estadía en UTI. Dentro del grupo con TET (n=74), el 33.8% recordó que este generó interferencia en el sueño, asociado a discomfort y a sensación de ahogo.

La percepción de mala calidad de sueño autopercebida podría deberse a varios factores (Tabla 2)<sup>2,3,9</sup>.

### Causas de la disrupción del sueño en pacientes críticos

- Algunos de los factores que influyen en la alteración del sueño en esta población particular<sup>17</sup> se enumeran a continuación:
- Propios del paciente: desórdenes del sueño previamente existentes, alteraciones psiquiátricas y dependientes de la enfermedad aguda que determinan la internación.
- Medicación: las benzodiazepinas pueden aumentar el tiempo de sueño, pero modifican su calidad, reduciendo la etapa 3 y REM. Su suspensión o la reducción brusca de la dosis puede provocar insom-

nio. Los opiáceos también producen alteración de la calidad de sueño y aumenta la vigilia luego del inicio del mismo. Los glucocorticoides son también posibles responsables del insomnio.

- Alteración del ciclo circadiano: su rol en la alteración del sueño es controvertido aunque frecuentemente citado en los artículos científicos. Depende de cada sujeto en particular, teniendo en cuenta sus antecedentes, severidad de la enfermedad y tiempo de estadía hospitalaria.
- Ambiente de la UTI: las luces de alta intensidad inclusive en horario nocturno, los cuidados e intervenciones del equipo de salud y el ruido excesivo interfieren en la correcta distribución y estructura del sueño.
- Ventilación mecánica: además de la disrupción del sueño asociada con las alarmas de los ventiladores mecánicos, el sueño se puede alterar debido al desarrollo de apneas centrales y a episodios o períodos de asincronía paciente-ventilador.

Un estudio reciente evaluó la calidad del sueño a través de cuestionarios en pacientes en UTI<sup>10</sup>. Se incluyeron 120 pacientes, de los cuales un subgrupo (43 pacientes) fue evaluado durante el período de permanencia del TET y luego de la extubación. Los resultados obtenidos demuestran que la calidad del sueño durante el tiempo que permanecieron intubados es más pobre que luego de la extubación, con diferencias significativas. Las causas de alteración del sueño que manifestaron los pacientes bajo VM estuvieron relacionadas a las alarmas, las intervenciones clínicas y el miedo y ansiedad, mientras que después de la extubación el nivel de fragmentación se redujo significativamente.

### Implicancias clínicas de la disrupción del sueño

La conservación del sueño es fundamental para la supervivencia. Los desórdenes del mismo afectan diferentes sistemas, provocando cambios a nivel cardiopulmonar, metabólico, endocrino y del proceso de coagulación.

Luego de la privación de sueño puede producirse un fenómeno conocido como “rebote de REM” que conlleva asociado episodios de hipoxemia, variabilidad de la tensión arterial y arritmias cardíacas. Esto podría asociarse con isquemia cardíaca<sup>11</sup>.

La disrupción del sueño retrasa el proceso de destete (*weaning*) de la ventilación mecánica por diversos mecanismos, a saber: mayor incidencia de *delirium*, disminución de la resistencia de los músculos respiratorios y disminución de la respuesta a la hipercapnia e hipoxemia<sup>12</sup>. En sentido opuesto, la somnolencia o intrusión de períodos de sueño anormales podrían afectar negativamente el proceso de desvinculación de la VM. Dres et al. realizaron un estudio prospectivo y multicéntrico, basándose en la hipótesis de que los pacientes con sue-

ño atípico o somnolencia excesiva tienen más probabilidades de fallar una prueba de ventilación espontánea (PVE)<sup>13</sup>. Obtuvieron un registro de la calidad y cantidad del sueño mediante PSG y utilizaron cuestionarios validados (índice ORP) en 37 pacientes bajo VM que cumplían criterios para realizar una PVE al día siguiente. Demostraron que las anomalías en el EEG eran un importante predictor de falla de *weaning*. El grado de vigilia fue claramente menor en pacientes que fallaron la PVE basado en la evaluación del índice ORP obtenido por cuestionarios. El éxito de la PVE y de la extubación está directamente relacionado con el tiempo que el paciente transcurre completamente despierto, destacando la importancia del monitoreo con EEG para detectar tempranamente aquellos pacientes con somnolencia patológica.

En conjunto, estas alteraciones prolongan la estadía en UTI y en el hospital, aumentan la mortalidad y llevan a un deterioro de la calidad de vida<sup>14</sup> colaborando al síndrome post-UTI (deficiencias cognitivas, ansiedad, estrés postraumático).

### El sueño y la ventilación mecánica

La VM es el procedimiento utilizado para sostener la respiración de modo transitorio hasta que la recuperación de la capacidad funcional del paciente le permita reasumir la ventilación espontánea. Este proceso de recuperación puede llevar días o semanas. Es primordial acortar la duración de la misma para disminuir sus efectos colaterales, entre ellos la alteración del ciclo vigilia-sueño.

El impacto de la VM en el sueño depende de la enfermedad subyacente, la estabilidad del control de la respiración, el modo ventilatorio, la programación del ventilador y la adecuada sincronía paciente-ventilador<sup>11</sup>.

Dentro de las estrategias para mejorar la calidad y cantidad del sueño se encuentra la programación del ventilador. Parece pertinente determinar si existe un modo ventilatorio que favorezca conservar la arquitectura del sueño normal teniendo en cuenta que la ventilación mecánica no es lo único que influye en este proceso. A lo largo de las últimas décadas se ha sugerido el rol de los modos ventilatorios durante el sueño en los pacientes en UTI. Determinar su influencia es esencial para poder incluirlo en el paquete de medidas de prevención para mejorar la calidad y cantidad de sueño.

Meza et al. llevaron a cabo un estudio con 12 sujetos normales evaluados mediante PSG, donde plantearon como hipótesis que la ventilación asistida con presión de soporte (PSV) y la ventilación asistida proporcional (PAV) pueden producir un patrón de respiración periódica (RP)<sup>15</sup>. Este patrón se desarrollaría como consecuencia de un nivel excesivo de PSV que supere el producto de volumen corriente espontáneo y la elastancia. El umbral para que se produzca la RP estará influenciado por la diferencia entre el umbral eupneico y apnei-

co de la presión parcial de CO<sub>2</sub> sanguínea (PaCO<sub>2</sub>) y la respuesta de la frecuencia respiratoria en PSV. El resultado principal de dicho estudio fue determinar que el principal mecanismo de apneas centrales en estos pacientes fue la disminución de la PaCO<sub>2</sub> por debajo del nivel umbral, y que esta disminución fue provocada por el aumento del nivel de la presión soporte llevando a fragmentación del sueño.

Existen diversos estudios que asocian al PSV con el desarrollo de apneas centrales y mayor fragmentación del sueño. Parthasarathy y Tobin compararon PSV, ventilación asistida controlada y PSV con espacio muerto. Demostraron que el sueño estuvo fragmentado en todos los modos; sin embargo, en modo PSV tiene un efecto más deletéreo y las apneas centrales aparecieron en PSV pero no en ventilación asistida controlada<sup>16</sup>. Al adicionar espacio muerto disminuyó la frecuencia de apneas centrales y la fragmentación del sueño. En la fragmentación del sueño durante PSV predominaron los despertares sobre los microdespertares. La aparición de las apneas se explica por la disminución de la PaCO<sub>2</sub> debajo del umbral apneico cuando aumentan los niveles de soporte y volumen minuto. Esto se agrava en los pacientes con predisposición a desarrollar apneas centrales como por ejemplo aquellos que padecen falla cardíaca. La implicancia clínica de este estudio es que la presión soporte (PS) programada durante la vigilia puede causar sobreasistencia durante el sueño, donde la demanda ventilatoria disminuye, con la consecuente aparición de apneas centrales y fragmentación del sueño.

Respecto al nivel de presión de soporte programada y la demanda del paciente, Cabello et al.<sup>17</sup> llevaron a cabo un estudio prospectivo, comparativo, de diseño cruzado, en 15 pacientes bajo VM, sin sedación, con el objetivo de comparar tres modos ventilatorios durante el sueño: ventilación asistida controlada, PSV ajustado clínicamente (PSVc) y PSV ajustado automáticamente (PSVa). Este último modo ofrece una adaptación continua de la presión soporte en una zona de confort definida como una frecuencia respiratoria (FR) entre 15 y 30 respiraciones por minuto, un volumen minuto con un límite mínimo de 300 ml y un valor de CO<sub>2</sub> exhalada al final de espiración (*end-tidal*) con un límite máximo de 55 mmHg. El sistema intenta colocar el nivel mínimo de PS. Dentro de las variables estudiadas se tuvieron en cuenta el ruido, las apneas y los esfuerzos inefectivos como posibles causas de fragmentación del sueño. Los resultados principales que se obtuvieron fueron una disminución del ciclo REM del 10% y un alto porcentaje de fragmentación. En cuanto a los modos ventilatorios y distribución del sueño, no se observaron diferencias en la eficiencia y arquitectura entre los tres modos estudiados, excepto por mayor duración de la etapa 2 durante PSVa comparado a PSVc. Los ruidos, las apneas y los esfuerzos inefectivos no influenciaron direc-

tamente el porcentaje de fragmentación del sueño. El dato a destacar es que no existieron apneas en ventilación asistida controlada. Como conclusión, el nivel de fragmentación, la arquitectura y la cantidad de sueño no fueron afectadas por el modo ventilatorio. La cantidad de sueño fue aceptable, aunque no así su calidad. Los autores sugieren no modificar el modo de soporte parcial a otro controlado durante la noche. La programación en PSV debe evitar el exceso de soporte de la ventilación, especialmente en aquellos pacientes vulnerables con riesgo de desarrollar apneas centrales o esfuerzos inefectivos. Plantean como una posible solución la selección de un volumen objetivo menor a 8 ml/kg y una frecuencia respiratoria mandatoria entre 20-30 respiraciones por minuto.

Dentro de los modos de soporte parcial de la ventilación, los modos proporcionales han recibido atención debido a que se proponen como herramientas más fisiológicas o adaptativas. Entre ellos, la ventilación proporcional asistida (PAV) y la ventilación asistida ajustada neuralmente (NAVA) se adaptan a la demanda ventilatoria del paciente a través de diferentes mecanismos. Estas modalidades también fueron estudiadas durante el sueño. El objetivo de los mismos fue demostrar menor fragmentación del sueño, comparado con PSV, optimizando la sincronía paciente ventilador.

Bosma et al. compararon PAV con PSV incluyendo 16 pacientes sin sedoanalgesia. Para asegurarse un mismo nivel de soporte con ambos modos ventilatorios, entregaron igual grado de descarga relativo a la ventilación espontánea<sup>18</sup>. En cuanto a los resultados no hubo diferencias respecto a la cantidad de sueño en los dos modos, sin embargo, existió una mejora de la calidad utilizando PAV, con menor fragmentación del mismo. Estos resultados podrían ser atribuidos a una adecuada sincronía paciente ventilador. Los datos del estudio demuestran que las asincronías se correlacionaban de manera significativa con la proporción entre la presión generada por el ventilador y el paciente. Estas asincronías coincidían también con el número de despertares por hora. Sin embargo, cuando la programación de PSV se correlacionaba con una mejor adaptación del paciente al ventilador, los indicadores de calidad del sueño fueron similares a PAV. Por otro lado, una ventaja de PAV sobre PSV es que preserva el aumento fisiológico de la CO<sub>2</sub> durante el sueño y esto podría prevenir el desarrollo de apneas centrales. Este estudio confirma la hipótesis de que la sincronía paciente-ventilador tiene implicancia sobre la distorsión del sueño.

Un estudio comparó NAVA y PSV en 14 pacientes sin sedación por 24 horas no hallando diferencias en la arquitectura y eficiencia del sueño. En PSV se demostró un bajo porcentaje de ciclo REM y alto grado de fragmentación, contrario a lo que sucedió con NAVA<sup>19</sup>. Con este último mejoró el confort del paciente con un mayor acoplamiento neuroventilatorio durante el ciclo

REM, con un porcentaje menor del fenómeno conocido como *trigger delay* (retraso en el disparo o gatillo) y mejor eficiencia del *trigger* espiratorio. Como aporte clínico, sugieren mejorar el nivel parametrizado de PS y el *trigger* espiratorio, con el objetivo de evitar la sobreesistencia y minimizar la fragmentación del sueño. Sin embargo, no existe un umbral conocido de cuál debería ser ese nivel.

## CONCLUSIONES

Múltiples factores pueden afectar a la calidad y cantidad del sueño en el entorno de una unidad crítica, entre ellos la ventilación mecánica invasiva y la elección del modo ventilatorio.

Los modos proporcionales, como PAV y NAVA, presentan ventajas sobre los modos controlados al adaptarse a la demanda ventilatoria del paciente, mejorando el acople neuroventilatorio y disminuyendo las asincronías paciente-ventilador, con la consecuente disminución de las apneas centrales y los microdespertares. Sin embargo, la elección y programación del modo debe ser individualizada en cada caso con el objetivo de proporcionar confort.

Es importante que el equipo de salud desarrolle medidas que tengan como objetivo mantener el ciclo vigilia-sueño de los pacientes críticamente enfermos, especialmente aquellos en VM y de esta manera disminuir el impacto que provoca a corto y largo plazo luego de la estadía en UTI.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Carskadon MA, Dement WC. Normal human sleep: an overview. En: Principles and practice of sleep medicine, de T.Roth, & W.C. Dement (Eds.) In M.H. Kryger, Philadelphia: Elsevier Saunders, 2005:13-23.
2. Rittayamai N, Wilcox E, Drouot X, Mehta S, Goffi A, Brochard L. Positive and negative effects of mechanical ventilation on sleep in the ICU: a review with clinical recommendations. *Intensive Care Med* 2016;42(4):531-41.
3. Ozsancak A, D'Ambrosio C, Garpestad E, Schumaker G, Hill NS. Sleep and mechanical ventilation. *Crit Care Clin* 2008;24(3):517-31.
4. Cooper AB, Thornley KS, Young GB, Slutsky AS, Stewart TE, Hanly PJ. Sleep in Critically Ill Patients Requiring Mechanical Ventilation. *Chest* 2000;117(3):809-18.
5. Dennis A. Poor sleep in the hospital: Contributing factors and interventions. UpToDate, 2018. <https://www.uptodate.com/contents/poor-sleep-in-the-hospital-contributing-factors-and-interventions>. Consultado el 13-09-2020
6. Cabello B, Parthasarathy T, Mancebo J. Mechanical ventilation: let us minimize sleep disturbances. *Curr Opin Crit Care* 2007;13(1):20-6.
7. Simini B. Patients' perceptions of intensive care. *Lancet* 1999;354(9178):571-2.
8. Rotondi AJ, Chelluri L, Sirio C, et al. Patients' recollections of stressful experiences while receiving prolonged mechanical ventilation in an intensive care unit. *Crit Care Med* 2002;30(4):746-52.
9. Weinhouse GL, Schwab RJ. Sleep in the critically ill patient. *Sleep* 2006;29(5):707-16.
10. Alsulami G, Rice AM, Kidd L. Prospective repeated assessment of self-reported sleep quality and sleep disruptive factors in the intensive care unit: acceptability of daily assessment of sleep quality. *BMJ Open* 2019;9(6):e029957.
11. Hanly, Patrick J. Sleep in the Ventilator-Supported Patient. En: Principles and practice of mechanical ventilation 3 edition. Martin J. Tobin. McGraw Hill Professional, España 2013:1293-1306.
12. Thille AW, Reynaud F, Marie D, et al. Impact of sleep alterations on weaning duration in mechanically ventilated patients: a prospective study. *Eur Respir J* 2018;51(4):1702465.
13. Dres M, Younes M, Rittayamai N, et al. Sleep and Pathological Wakefulness at the Time of Liberation from Mechanical Ventilation (SLEEWE). A Prospective Multicenter Physiological Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;199(9):1106-15.
14. Locihová H, Žiaková, K. The effects of mechanical ventilation on the quality of sleep of hospitalised patients in the Intensive Care Unit. *Rom J Anaesth Intensive Care* 2018; 25(1):61-72.
15. Meza S, Mendez M, Ostrowski M, Younes M. Susceptibility to periodic breathing with assisted ventilation during sleep in normal subjects. *J Appl Physiol* 1998;85(5):1929-40.
16. Parthasarathy S, Tobin MJ. Effect of Ventilator Mode on Sleep Quality in Critically Ill. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(11):1423-9.
17. Cabello B, Thille AW, Drouot X, et al. Sleep quality in mechanically ventilated patients: comparison of three ventilatory modes. *Crit Care Med* 2008;36(6):1749-55.
18. Bosma K, Ferreyra G, Ambrogio C, et al. Patient-ventilator interaction and sleep in mechanically ventilated patients: pressure support versus proportional assist ventilation. *Crit Care Med* 2007;35(4):1048-54.
19. Delisle S, Ouellet P, Bellemare P, Tétrault JP, Arseneault P. Sleep quality in mechanically ventilated patients: comparison between NAVA and PSV modes. *Ann Intensive Care* 2011;1(1):42.