



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO**

**Instituto Nacional de Perinatología
ISIDRO ESPINOSA DE LOS REYES
Subdirección de Neonatología**

**“Monografía de ventilación soportada por
presión (PSV) y propuesta de guía de
manejo”**

MONOGRAFÍA

Que para obtener el Título de:

ESPECIALISTA EN NEONATOLOGÍA

PRESENTA

DRA. PATRICIA GUILLÉN CALZADA

**DR. LUIS A. FERNÁNDEZ CARROCERA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION**

**DR. EUCARIO YLLESCAS MEDRANO
DIRECTOR DE MONOGRAFIA**

MÉXICO, D. F. 2007





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIZACIÓN DE TESIS

**“Monografía de ventilación soportada por presión (PSV) y
Propuesta de guía de manejo como método de extubación”**

**DR. ENRIQUE ALFONSO GÓMEZ SÁNCHEZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

**DR. LUIS A. FERNÁNDEZ CARROCERA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN**

**DR. EUCARIO YLLESCAS MEDRANO
DIRECTOR DE MONOGRAFÍA**

AGRADECIMIENTOS

A mi esposo y a mi hija
Por su apoyo y comprensión

A mis padres y hermanos
Por la confianza y los principios que me inculcaron

A todos los médicos del hospital pero en especial al Dr. Yllescas
Por su enseñanza y apoyo en la realización de esta monografía

ÍNDICE

Introducción	4
Prólogo	5
Resumen	6
I. Historia	7
II. Definición y Características.....	7
III. Estrategias para la programación	12
IV. Ventilación soportada por presión experiencia en adulto y niños.....	15
V. Ventilación soportada por presión experiencia neonatal.....	17
VI. Ventilación soportada por presión como un modo de inicio solo.....	18
VII. Ventilación soportada por presión para la extubación	20
VIII. Ventilación soportada por presión como complemento de la ventilación sincronizada mandatoria intermitente	22
VI. Propuesta de de guía de manejo de ventilación soportada por presión para la extubación	25
Bibliografía	27

INTRODUCCIÓN

Por muchas décadas los clínicos no han encontrado cual es el mejor camino para soportar la respiración durante la mecánica pulmonar. El advenimiento del flujo continuo fue un adelanto, ya que provee una fuente de gas fresco con el cual la respiración espontánea del paciente esta soportada por presión positiva al final de la espiración (PEEP) para mantener algún grado de expansión alveolar y decremento de trabajo respiratorio durante la respiración mecánica.

El diámetro del tubo, la alta resistencia del tubo endotraqueal puede contribuir a un incremento de trabajo respiratorio. El circuito del ventilador y sus conexiones a menudo puede aumentar el espacio muerto y el trabajo puede ser afectado a la apertura de la válvula de demanda en el sistema de demanda de flujo, o en el alcance de la asistencia de la sensibilidad en el sistema desencadenado por el paciente. Colectivamente, estos elementos comprometen el trabajo impuesto por la respiración.

Lo anterior motivo a la creación de un modo ventilatorio que contrarrestará estos elementos, fue el ventilador Servo 900 de Siemens a principios de la década de 1980 uno de los primeros equipos en ofrecer la ventilación soportada por presión (PSV) como una alternativa clínica Neil Mac Intyre en 1986 describe por primera vez su uso clínico y a principios de la década de 1990 se inicio su uso en pacientes neonatales.

La PSV es un modo desencadenado con cambios de presión de la vía aérea o el flujo es usado como el signo que desencadena la respiración. Seguido de la detección del esfuerzo espontáneo del paciente, el ventilador proporciona una respiración que es ciclada por flujo pero limitada por tiempo. Esto ha permitido que la aplicación durante la fase de extubación muestre un mayor éxito a la extubación y consecuentemente menores complicaciones causadas por uso de ventilación mecánica.

PRÓLOGO

En la última década han surgido avances tecnológicos que reflejados en las unidades de cuidados intensivos neonatales han mejorado en forma considerable la atención de pacientes neonatales gravemente enfermos.

Entre otros avances en la neonatología que han permitido la supervivencia de recién nacidos muy prematuros quizá uno de los más importantes ha sido el uso de la ventilación mecánica como herramienta terapéutica, sin embargo esto también ha llevado un gran número de complicaciones, siendo una de estas la dificultad o falla para la extubación, por lo que sigue siendo un reto para los encargados del manejo de los recién nacidos lograr una estrategia de retiro de ventilador que sea lo suficientemente eficaz como para disminuir o abatir la necesidad de re-intubación y con ello la gama de complicaciones potenciales que pueden presentarse por la ventilación y exposición prolongada a concentraciones altas de oxígeno.

La literatura científica actual no puede proporcionar un enfoque uniforme de la manera más apropiada para retirar a los recién nacidos de la ventilación mecánica. Esto puede provenir de una falta de comprensión de los méritos de las diversas técnicas de interrupción de la ventilación mecánica, y la investigación limitada en los mecanismos fisiopatológicos responsables de un fracaso en la extubación.

Este trabajo que nos ocupa describe una de las estrategias ventilatorias recientes en el campo de la neonatología para lograr una extubación exitosa en un menor tiempo, que aun cuenta con pocos estudios en estos pacientes; pero que los que existen han mostrado un considerable beneficio para estos pacientes.

RESUMEN

La ventilación soportada por presión (PSV) es uno de los modos ventilatorios más recientemente instalados en pacientes neonatales, el cual provee un incremento de la presión inspiratoria durante la respiración espontánea para vencer el trabajo impuesto por la respiración, este es un modo ventilatorio que proporciona una respiración que es ciclada por flujo pero limitada por tiempo.

Muchos estudios confiables han indicado que la PSV es un modo ventilatorio seguro y bien tolerado en pacientes neonatales así como también cuando se usa en pacientes prematuros con peso extremadamente bajo al nacimiento.

La PSV sola o en conjunto con ventilación sincronizada mandatoria intermitente (SIMV) se ha instalado como una estrategia para lograr la extubación exitosa en aquellos pacientes quienes han estado ventilados crónicamente como consecuencia de displasia broncopulmonar y que no han tenido una adecuada respuesta a estrategias ventilatorias convencionales.

Los estudios no solo muestran los efectos fisiológicos positivos también muestran su resultado en la mejoría clínica en los pacientes a los que se les ha asistido con PSV.

“MONOGRAFIA DE VENTILACIÓN SOPORTADA POR PRESIÓN (PSV) Y PROPUESTA DE GUIA DE MANEJO Y COMO METODO DE EXTUBACIÓN”

I. Historia.

En 1980 se introdujo el concepto de ventilación soportada por presión. Neil Mac Intyre en 1986 fue de los primeros autores en describir su uso como forma clínica “Pressure Support Ventilation” que usualmente se le menciona por sus iniciales en inglés de PSV. En español es conocida como “Ventilación Soportada por Presión (PSV)” y cuando el paciente es sometido a este procedimiento, la respiración correspondiente es llamada “Soportada por Presión”.⁽¹⁻³⁾

En 1989, Kacmarck⁽⁴⁾ y colaboradores describieron la PSV para el manejo de paciente adultos quienes requirieron ventilación mecánica. La PSV fue designada para proveer una presión inspiratoria asistida durante la respiración espontánea para vencer el trabajo impuesto por el ventilador. El refinamiento de la tecnología ventilatoria y la tecnología en sensores de flujo facilitó el uso de PSV en la población neonatal a inicios de 1990.

II. Definición y características.

La PSV es proporcionada a los pacientes ventilados mecánicamente durante su respiración espontánea. Este es un modo desencadenado con cambios de presión de la vía aérea o el flujo es usado como el signo que desencadena la respiración. Seguido de la detección del esfuerzo espontáneo del paciente, el ventilador proporciona una respiración que es ciclada por flujo pero limitada por tiempo.

Como se muestra en la figura I., hay un punto de incremento en el flujo inspiratorio el cual llega a un pico y entonces hay una desaceleración rápida.

La PSV sincroniza el comienzo de la inspiración y finaliza cada respiración cuando el flujo inspiratorio disminuye a un nivel preestablecido, sincronizando la espiración con el inicio de la propia espiración del paciente. El punto de terminación específica esta determinada por el algoritmo dentro del ventilador, y esta es usualmente una función proporcionada por el volumen corriente. Esto ocurre en todos los paciente neonatales cuando el flujo inspiratorio desciende a 5% del flujo pico (o cuando había disminuido un 95% en la porción de desaceleración de la forma de onda del flujo inspiratorio). El clínico puede limitar el tiempo inspiratorio, y si es así, el límite de las variables pudiera ser cualquier condición que ocurra primero. El flujo inspiratorio liberado durante la presión soporte es variable y es proporcional es esfuerzo del paciente y la mecánica pulmonar. ^(5,6)

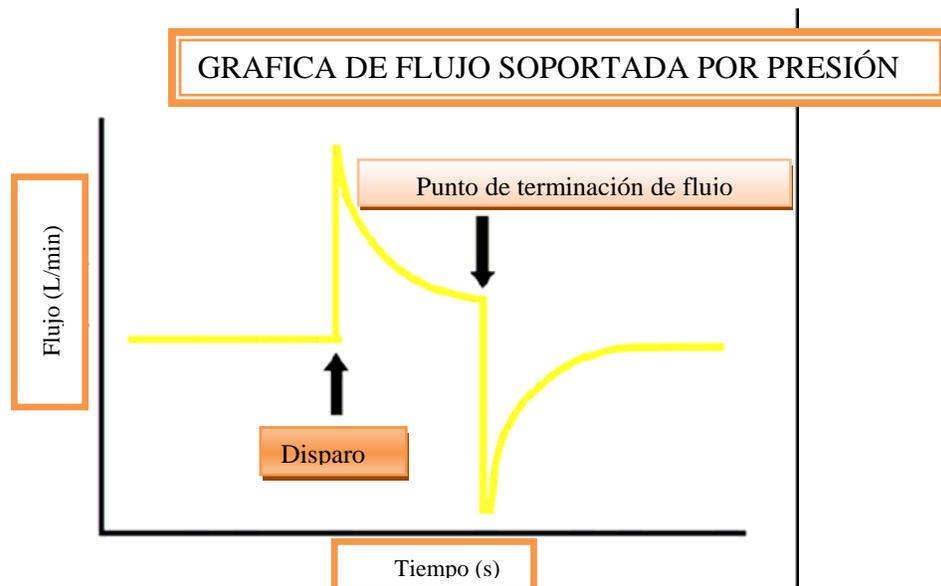


Fig. I. Grafica de Flujo de Presión soporte. Note la elevación brusca de flujo inspiratorio y el punto de terminación, el cual termina el flujo inspiratorio y variable de ciclado (terminación de espiración). ⁽⁶⁾

Mac Intyre menciona que la PSV consta fundamentalmente de cuatro componentes o fases (Figura II). ⁽⁷⁾

1. Reconocimiento del esfuerzo inspiratorio del paciente.
2. Presurización de la vía aérea del paciente.
3. Regulación y control de la presión en la vía aérea del paciente.
4. Variable de ciclado (terminación de la fase de inspiración).

El clínico elige la cantidad de presión que es liberada durante la PSV. Si la presión es elegida para proporcionar un volumen corriente respiratorio completo, esto es referido como $PS_{m\acute{a}xima}$ (figura IIIA). Si la presión es elegida únicamente para vencer o superar el trabajo impuesto por la ventilación, esto es referido como $PS_{m\acute{i}nima}$. Los niveles dentro de estas presiones proporcionan soporte respiratorio parcial en la respiración espontánea (Figura IIIB).

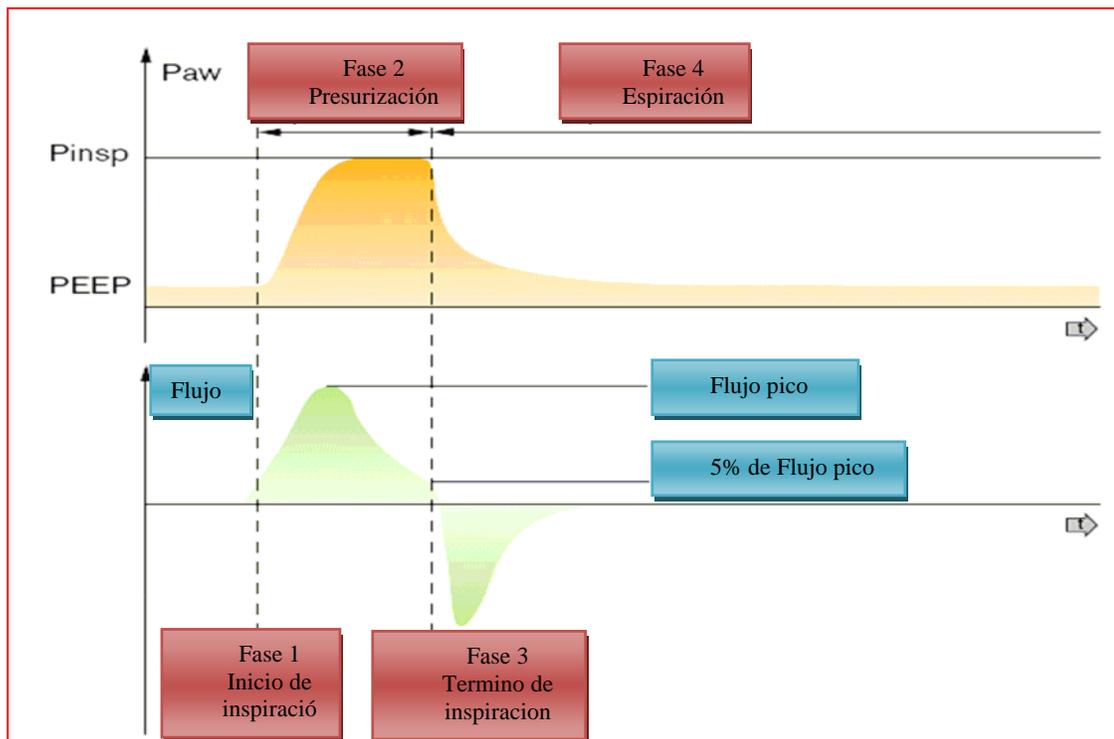


Figura II Presión y Flujo de vía aérea durante respiración PSV mostrando las 4 fases: Reconocimiento de inicio de inspiración, presurización, reconocimiento de terminación de inspiración y espiración. ⁽⁸⁾

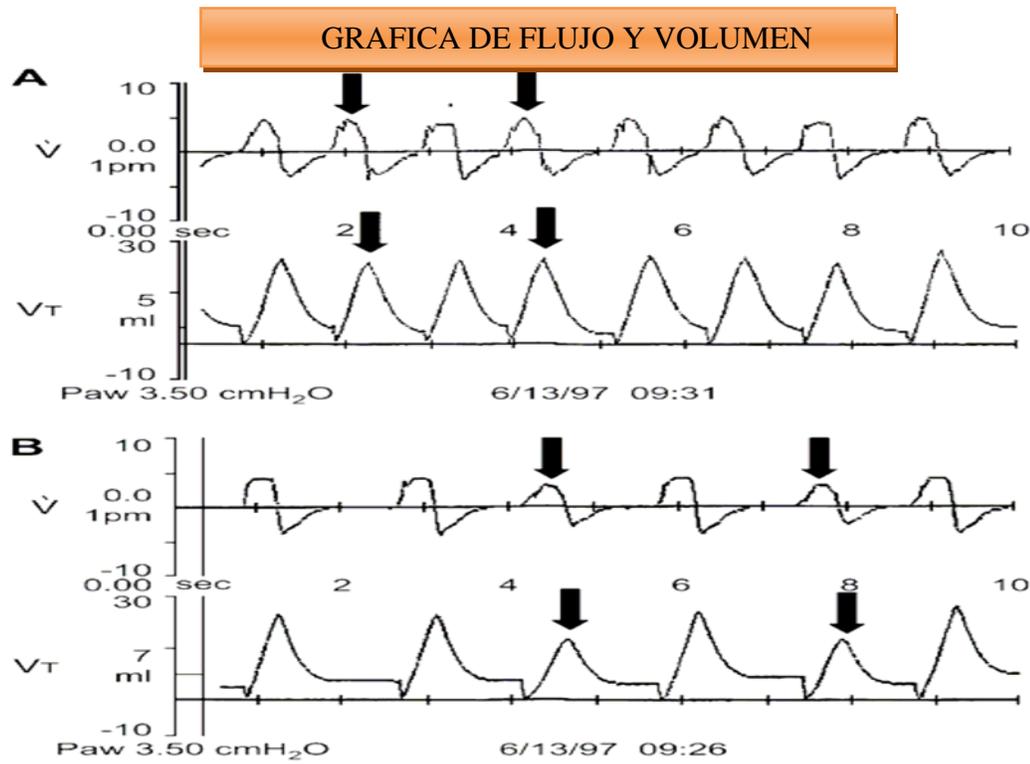


Fig. III Graficas de flujo y volumen durante SIMV controlada por volumen y ventilación soportada por presión (A) $PS_{m\acute{a}x}$. Note que el volumen corriente entregado es el mismo durante la respiración en SIMV y la respiración espontánea en PSV (B) Presión soporte parcial Note que el volumen corriente proporcionado en PSV (flecha) son más bajos que en la respiración en SIMV. ⁽⁶⁾

La PSV es de esta manera un modo ventilatorio espontáneo en el cual un incremento de presión inspiratoria es proporcionado para vencer el trabajo impuesto por el ventilador o para proveer un soporte adicional en pacientes ventilados mecánicamente. El paciente tiene el control sobre la frecuencia y el tiempo inspiratorio por que es desencadenada por el paciente, y esta ciclada por flujo. El clínico tiene el control sobre la presión respiratoria y límite de tiempo y la frecuencia de la ventilación sincronizada mandatoria intermitente (SIMV) cuando esta se utiliza con PSV.

La PSV generalmente es usada en conjunto con SIMV, usualmente como una estrategia de extubación. SIMV es usado para proveer un respaldo o seguridad necesaria en un evento de apnea o decremento del esfuerzo respiratorio. En pacientes quienes tienen un manejo respiratorio confiable, puede ser usado solo la PSV.

Durante la PSV el paciente mantiene el control de la frecuencia respiratoria, la duración de la inspiración y el volumen corriente, pero todos estos parámetros son también el resultado de la interacción entre el nivel de presión programado y el control neurológico del paciente generado por sus músculos respiratorios. ^(5,6)

A mayor presión inspiratoria programada mayor es la capacidad que se le está otorgando al pulmón de recibir flujo y de aumentar el volumen corriente. Bajo esta condición, al ir aumentando en forma gradual el volumen, la frecuencia respiratoria disminuye y se presenta una relación inversa entre el nivel de PSV y la frecuencia respiratoria y una relación directa con el volumen corriente. ⁽⁸⁾

Mac Intyre en 1986⁽⁵⁾ observó que a igual volumen minuto y sin variaciones gasométricas significativas, en pacientes intubados y clínicamente estables, la frecuencia respiratoria era menor con PSV y que los pacientes reportaban un mayor grado de confort, una importante observación en este estudio fue que el esfuerzo respiratorio podía ser reducido con PSV debido a que se favorece el entrenamiento de los músculos respiratorios, que como en los casos de insuficiencia respiratoria donde los esfuerzos de la respiración son a una alta presión inspiratoria y un bajo volumen con la PSV estos cambian a esfuerzos respiratorios de baja presión inspiratoria y de alto volumen, que son los que se realizan bajo condiciones fisiológicas normales, básicas y en reposo. ^(5,8)

Un estudio realizado por Brochard en 1987 permitió observar una disminución significativa en un índice relacionado con el consumo metabólico de oxígeno de los músculos respiratorios cuando se usa PSV, posteriormente en 1989 otro estudio realizado por este mismo autor, demuestra que conforme aumenta el nivel de apoyo respiratorio con PSV el nivel de Auto-PEEP disminuye.

Mancebo en España amplió esta información y demostró que en general en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, donde es

frecuente el auto-PEEP y que parece estar relacionado con el nivel de hipercapnia y del grado de obstrucción de la vía aérea ,durante el proceso de extubación con PSV, el auto-PEEP no fue superior a 5 cm de H₂O.^(1,9)

Fiastro ⁽¹⁰⁾ encontró que el nivel de PSV necesario para compensar la carga del tubo traqueal era proporcional al flujo inspiratorio e inversamente proporcional al diámetro del propio tubo traqueal. Por otra parte, Brochard ⁽¹¹⁾ encontró que la PSV podía compensar el trabajo respiratorio adicional creado por el tubo traqueal, pero que el rango de PSV necesario era muy amplio. Además, observaron que los pacientes con neumopatía crónica precisaban mayor nivel de PSV para conseguir la compensación total del tubo traqueal. El flujo inspiratorio variable disponible durante la PSV pudo beneficiar en estadios de la enfermedad en los cuales la alta resistencia pulmonar ocurre, por ejemplo la displasia broncopulmonar. ⁽¹²⁾

Delafosse ⁽¹³⁾ demostró que la PSV ayuda a compensar el esfuerzo respiratorio adicional que los pacientes deben realizar cuando están todavía intubados y se encontró una relación directa que señala que a menor diámetro del tubo endotraqueal mayor debe ser el nivel de presión inspiratoria programada para compensar este trabajo impuesto por el ventilador. En este mismo estudio se encontró que existe una relación no solo del nivel optimo de la PSV con el diámetro del tubo, sino también con el flujo inspiratorio, de tal forma que para un mismo diámetro de tubo endotraqueal, el nivel de PSV, necesario para vencer la resistencia impuesta por el tubo, será tanto mayor como mayor sea el flujo inspiratorio.

III. Las estrategias para la programación de la PSV

Esta puede ser guiada por la respuesta del patrón respiratorio, ya que los cambios del mismo aparecen habitualmente de forma rápida tras la modificación del nivel de presión. Los niveles excesivos conducen a la hiperinflación y a la aparición de periodos de apneas, mientras que los niveles insuficientes están acompañados de taquipnea y de volúmenes corrientes pequeños e insuficientes. Sin embargo, no existe un criterio general para la programación de un nivel óptimo de la PSV. ⁽¹⁴⁾

Para iniciar la PSV, comúnmente se utiliza una presión de soporte mayor a la presión al final de la espiración (Presión soporte por arriba de 5cm H₂O) y en fase de destete o en pacientes con intubación a largo plazo que evidentemente debe irse reajustando en base a la evolución del paciente y a la vigilancia rigurosa de la mecánica pulmonar y observación clínica del mismo. ⁽¹⁶⁾

Durante la PSV, el trabajo respiratorio del paciente depende de varios factores: el nivel de presión inspiratorio, distensibilidad y resistencia total del sistema respiratorio y el manejo neurológico del paciente, también es un hecho que no todos los ventiladores proveen un sistema de monitoreo del trabajo respiratorio vía la presión esofágica y esto que es lo ideal, lleva a que el monitoreo y las mediciones del trabajo respiratorio debe hacerse a través de indicadores, uno de estos es la frecuencia respiratoria, si la frecuencia respiratoria está por arriba de los valores normales, entonces es un indicador de que el paciente está desarrollando fatiga de los músculos respiratorios y por tanto, aumento del trabajo respiratorio. Otros estudios sugieren que la actividad electromiográfica es un buen indicador para el grado de trabajo respiratorio y definen el nivel óptimo de PSV como aquel en que se mantiene la máxima actividad eléctrica del diafragma sin fatiga, la fatiga electromiográfica se asocia con cambios en la frecuencia y en el espectro de la actividad del diafragma de niveles altos a bajos. Brochard realizó un estudio usando electromiografía se encontró que todos los pacientes mostraron una intensa actividad de los músculos esternocleidomastoideos, pero tras diferentes niveles de PSV se encontró que conforme aumentaba el nivel de presión inspiratoria disminuía la actividad eléctrica de los músculos respiratorios del paciente. ^(12,13)

Otra estrategia recomendable para iniciar la PSV puede ser calculado como la diferencia entre la presión inspiratoria pico (PIP) y la presión de meseta, dado que este valor refleja la resistencia causada por el ventilador, el circuito y el tubo endotraqueal, así como la resistencia en las vías aéreas del paciente. Este calculo ha sido sugerido como un punto inicial en la programación de los niveles de PSV y dadas las condiciones del mismo, el paciente debe estar en ventilación controlada por volumen, cabe recordar que solo en esta forma de asistencia ventilatoria se puede hacer una medición de

la presión de meseta a través de una pausa inspiratoria del al menos 0.5 segundos. ⁽¹⁷⁾

Doon ⁽¹⁸⁾ menciona que otra forma de programar el nivel de la PSV es ajustando los niveles de presión inspiratoria de tal forma que el volumen corriente exhalado medido se encuentre en un rango de 4 a 8ml /Kg de peso ideal, así como considera que el nivel de presión soporte otorgado será la suma de PIP y PEEP. La selección de la tasa de volumen está en función de la actividad muscular del paciente y de los valores deseados de Paco₂ y de Pao₂ que maneje el paciente a través de su ventilación alveolar y un apropiado índice de oxigenación. ⁽¹⁸⁾

En un estudio realizado por Nathan sugiere otra forma más de ajustar el mínimo nivel de PSV requerido para vencer la resistencia impuesta por las vías aéreas y el circuito del paciente a fin de lograr un adecuado soporte ventilatorio usando la siguiente fórmula: ventilación con presión de soporte mínimo es igual a la tasa de flujo pico inspiratoria espontánea por la resistencia en vías aéreas total. Una técnica adicional es aquella que sugiere la programación de la PSV máxima definida como la cantidad de presión necesario para lograr un volumen corriente igual al esperado por una tasa de volumen corriente. ⁽¹⁶⁾

Para la extubación la PSV debe ser disminuida gradualmente hasta ser retirada totalmente el apoyo ventilatorio del equipo o llevar al paciente a otra fase de ventilación. Esto puede ser llevado a cabo tras la disminución gradual de PIP que nos permita mantener un volumen corriente mínimo de 4 ml/Kg de peso ideal y mantener una frecuencia respiratoria dentro de límites normales, así mismo la regularidad y la frecuencia de las respiraciones espontáneas sirve como una guía para valorar el grado de confort del paciente y la capacidad del mismo para soportar la carga ventilatoria impuesta con niveles cada vez menores de presión soporte se sugiere que la disminución en los valores de presión de soporte se haga a un 20 % del valor máximo inicial, si esta reducción y las subsecuentes se presenta un patrón respiratorio irregular o taquipneico o se compromete el volumen corriente, entonces regresar al valor inmediato anterior, una forma interesante de monitorizar este nivel y su apropiado efecto es a través de las curvas y lazos de ventilación. Una

sugerencia de la New England Medical Center dice que una vez instituido el valor de la presión soporte y comienzo del proceso de retiro de ventilador, el nivel de presión nunca debe ser menor de 5 cm H₂O. La PSV puede también usarse como un recurso para disminuir el nivel de trabajo respiratorio en aquellos ventiladores, que no cuentan con flujo continuo y que al programar un nivel de presión soporte bajo durante las respiraciones espontáneas, se disminuye notablemente la carga ventilatoria impuesta por el aparato y el circuito del paciente y sus componentes. ⁽¹⁷⁾

IV. Ventilación soportada por presión: experiencia en adultos e infantes

Una modalidad ventilatoria comúnmente usada en adultos y niños es ventilación volumen controlada. La adición de PSV el cual es un iniciador para una modalidad de presión dirigida, ha mostrado un decremento en el trabajo respiratorio espontáneo mediante un aligere parcial o total del trabajo de los músculos respiratorios en adultos y niños.

Los pacientes adultos sometidos a PSV presentaron una disminución total del trabajo de los músculos respiratorios comparativamente similar a aquellos que fueron sometidos a ventilación controlada por volumen. ^(4,5)

Tokiaka ⁽¹⁴⁾ en 1989 comparó los efectos de PSV con aquellos de ventilación asistida/controlada (A/C) en 8 adultos quienes tuvieron falla aguda respiratoria, noto que con un nivel de presión soporte que fue comparable con la presión pico de respiraciones con ventilación asistida por volumen, el volumen corriente fue significativamente mas alto, la frecuencia respiratoria fue inferior, y la sincronía paciente-ventilador mejoro significativamente durante PSV. La mejoría en la sincronía paciente- ventilador fue traducido en el confort del paciente, así como mejoría en la calidad de sueño, menor necesidad de sedación, y la simplicidad de PSV ha conducido a su amplia aceptación para manejo ventilatorio en pacientes adultos. ^(6,19) Los adecuados niveles de presión soporte también conducen a una adecuada distribución en la relación ventilación- perfusión similar a SIMV.

La PSV ha sido usada en pacientes que tienen un estado asmático y también en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. En pacientes asmáticos la PSV mejoró la hipercapnia significativamente comparado con la ventilación A/C. La PSV también fue bien tolerada y no causó compromiso hemodinámico en pacientes postquirúrgicos cardíacos. ⁽²⁰⁾

Debido a la convincente ventaja de combinar la PSV con otros modos de ventilación sincronizada durante la fase de extubación ventilatoria, muchos estudios compararon ventilación soportada por presión con otros modos de extubación en niños y adultos. En una gran estudio prospectivo, multicentrico, aleatorizado y controlado la ventilación soportada por presión fue comparado con respiratorias espontáneas a través de una pieza T y con SIMV en 109 adultos con dificultad en la extubación. ⁽²¹⁾ En esta prueba la ventilación soportada por presión fue asociado con un número significativamente inferior de fallas de extubación, duración de extubación más corta, y un menor tiempo de estancia en unidad de cuidados intensivos comparados con otros modos. En contraste, otras dos pruebas grandes prospectivas de estudio multicentrico prospectivo aleatorizado no encontraron que la ventilación soportada por presión sea superior en adultos. Las Diferencias entre los resultados de estas pruebas, aparentemente en conflicto, detienen el uso de diferentes protocolos de extubación en cada estudio, y no existen resultados que se asemejen entre grupos de pacientes comparativos. En niños la ventilación soportada por presión y la ventilación soportada por volumen (VSV) son los modos más comúnmente usados para la extubación de la ventilación mecánica. Algunos estudios han mostrado que la extubación gradual de la ventilación mecánica puede no estar indicada en la mayoría de infantes jóvenes y niños que presentan falla respiratoria aguda. En contraste a los pacientes adultos, un amplio número de estudios multicentricos aleatorios desarrollados en infantes y niños, la mayoría de los niños pudieron ser extubados en 2 días o menos de la ventilación soportada por presión, y los protocolos de extubación (protocolo PSV, protocolo VSV o sin protocolo) no acortaron significativamente esta duración instruida de extubación. ^(22,23,24)

La razón para el uso de PSV y sus beneficios están bien documentados en adultos, especialmente durante la extubación. La extrapolación de los modos ventilatorios y los métodos de extubación, comúnmente usados en adultos e infantes pretérmino, incluyendo PSV, pueden no ser apropiados en infantes

jóvenes y niños, debido a su fisiología respiratoria, mecánica pulmonar, y epidemiología de enfermedad pulmonar aguda.⁽²⁴⁾

V. Ventilación soportada por presión: experiencia neonatal

Quizá debido a la relativa novedad del PSV, existe poca información publicada referente a su uso en recién nacidos. El PSV ha sido usado independientemente como una modalidad inicialmente solo en recién nacidos y pueden ser usados en conjunto con otras modalidades de ventilación sincronizada de presión limitada o volumen controlada.

En las últimas 3 décadas, la asistencia y soporte ventilatorio al paciente recién nacido en estado crítico, se ha proporcionado con ventiladores, ciclados por tiempo, limitados por presión y de flujo continuo, en este tipo de ventiladores, el médico selecciona la frecuencia respiratoria, el tiempo inspiratorio, el flujo y la presión. El volumen corriente es una variable dependiente que está determinada fundamentalmente por la mecánica pulmonar del paciente. Si bien se ha logrado disminuir, en buena medida, la asincronía en la ventilación neonatal gracias al advenimiento de los modos de ventilación sincrónicos para recién nacidos, la carga de trabajo impuesta por la cánula endotraqueal, es uno de los componentes más significativos para el proceso de extubación del recién nacido.⁽¹⁷⁾

La PSV es una herramienta que ya se encuentra disponible en algunos ventiladores neonatales. Bear Cub 750 PSV, con prácticamente los mismos criterios de operación que la PSV para adultos, así como las ventajas y beneficios de la misma.⁽¹⁷⁾

El primer informe que se tiene del uso de PSV en pacientes recién nacidos fue en una serie de neonatos de término y de pretérmino que fueron tratados con ventilación convencional por falla ventilatoria severa, la PSV fue usada para o extubar a estos pacientes, antes incluso de ser sometidos a ventilación mandatoria intermitente, cada uno de los pacientes toleró bien la PSV y fueron extubados sin complicaciones.⁽¹⁷⁾

La PSV puede ser un modo de asistencia ventilatoria ideal para el paciente recién nacido que pudiera desarrollar Displasia Broncopulmonar (DBP), dado que esta patología se caracteriza por vía aérea reactiva y alta resistencia inspiratoria, los pacientes que la padecen, a menudo tienen limitaciones para que el flujo inspiratorio ingrese a sus pulmones, y generalmente es difícil vencer esta resistencia, además de la dificultad para la extubación. El flujo inspiratorio variable que se da durante la PSV, podría ser altamente benéfica en este tipo de pacientes. ⁽¹⁸⁾

VI. Ventilación soportada por presión solo como un modo de inicio solo

La PSV en un modo ventilatorio ciclado por flujo pero limitada por tiempo, que soporta cada respiración espontánea solo como A/C y puede ser usada en infantes recién nacidos como una técnica solo de inicio cuando esta presente un manejo respiratorio confiable. La ventilación soportada por presión es desencadenada por el paciente, donde el tiempo inspiratorio, la frecuencia respiratoria y hasta cierto punto, la ventilación minuto, permanece bajo el control del paciente, lo que facilita un patrón respiración natural.

La ventilación sincronizada por el paciente, ha mostrado una mejor respuesta a al estrés con niveles hormonales bajos en recién nacido pretérmino. ⁽²⁶⁾ La PSV difiere de los modos ciclados por tiempo, y disparado por presión. En contraste al modo ciclado por tiempo, el flujo del ciclado elimina el espacio entre fin de flujo inspiratorio y el comienzo del flujo espiratorio. Esto resulta en un patrón respiratorio más natural por que el paciente controla el tiempo inspiratorio durante la respiración espontánea, el confort del paciente y la sincronía paciente- ventilador son mejoradas durante la PSV. Típicamente, el nivel de presión soporte ha sido ajustado a 30- 50% de la diferencia entre PIP y PEEP, o en un nivel para proporcionar un volumen corriente adecuado. Al igual que con A/C, la extubación puede estar acompañado con una reducción gradual en el nivel de la presión soporte permitiendo al infante asumir más del trabajo respiratorio. En Infantes que presentan enfermedad pulmonar crónica, pueden tener una adecuada respuesta a la PSV, ya que esta provee flujos inspiratorios altos que usualmente requieren estos pacientes. Un caso reporte de un infante

pretérmino que tenía BPD, se le inició manejo con SIMV controlada por volumen cambiando a PSV solo, resultando en una importante mejoría de volumen corriente a más bajas PIP y mejoría de la distensibilidad, lo cual facilitó su pronta extubación. La PSV también mostró un aumento de la respiración espontánea con sincronía toracoabdominal en 9 infantes de término a quienes se les había practicado cirugía cardíaca, quienes fueron despertados con hemodinámica estable y parámetros respiratorios listos para extubación ventilatoria. Tres niveles sucesivos de PSV (0, 5, 10 cmH₂O) fueron aplicados aleatoriamente por un periodo de 30 min. El volumen corriente (V_T) se incrementó en un 23% con PSV de 5 cm H₂O y un 69% a 10 cmH₂O, asociado con un incremento en la ventilación minuto comparado con aquellos pacientes sin PSV. La caja torácica en neonatos es más distensible que en niños más grandes. En suma, una carga inspiratoria más alta por un incremento de la resistencia de la vía aérea, resulta en asincronía toracoabdominal. La asincronía toracoabdominal tiene el potencial para conducir a un ineficiente movimiento diafragmático y resulta en fatiga fácil de los músculos respiratorios en los infantes prematuros. Todos estos problemas pueden ser mejorados con el uso de PSV como se ha demostrado en diversos estudios. ^(16, 26)

La PSV de inicio solo, puede resultar en hipoventilación, particularmente en recién nacidos pretérmino de peso extremadamente bajo en el nacimiento (RNPT-PEB) enfermos, quienes tienen manejo respiratorio insuficiente o un inadecuado esfuerzo mediante un disparo correcto del ventilador. En estos infantes, usualmente es administrado el apoyo ventilatorio (generalmente con SIMV).

Jurban ⁽²⁷⁾ demostró que un criterio bajo de terminación puede incrementar el esfuerzo respiratorio con un reclutamiento de músculos accesorios de la expiración. También, un criterio de terminación alto puede resultar prematuro, con incremento en el trabajo respiratorio. Este fenómeno ha sido bien demostrado por Kapasi ⁽⁸⁾ y colaboradores en un estudio de 7 neonatos clínicamente estables (31.4±2 semanas de gestación, peso de 1.49 ± 0.38 kg) a quienes la sincronía ventilación-paciente, el trabajo respiratorio y el esfuerzo del paciente fue comparado durante diferentes modalidades ventilatorias, desencadenada por el paciente en un estudio aleatorizado de 20 minutos. El esfuerzo del paciente y el trabajo respiratorio difiere

significativamente entre los modos ventilatorios. La modalidad PSV sola, resulta mejor en pacientes con ventilación sincrónica y baja presión inspiratoria, producto tiempo y trabajo respiratorio. (0.60 ± 0.39 cm H₂O x s y 0.17 ± 0.14 j/L) comparando SIMV y SIMV, pero el esfuerzo y el trabajo respiratorio fue menor con AC (0.54 ± 0.29 cm H₂O x seg y 0.07 ± 0.04 J/L). Una reducción del flujo pico en 25 % fue requerida para el término de inspiración, el cual resulta en un tiempo inspiratorio inadecuado, incremento en el volumen minuto e incremento del trabajo respiratorio durante el modo PSV, comparado con A/C. El resultado demostró la necesidad para imponer el tiempo inspiratorio espontáneo y colocar cuidadosamente el flujo inspiratorio, para permitir un tiempo inspiratorio con PSV, que coincide con el tiempo inspiratorio deseado por el paciente.⁽²⁸⁾

Otro problema potencial relacionado con el modo PSV, es el auto ciclado, el cual resulta en un disparo automático. La presencia de gas fugado, el cual circula alrededor del tubo endotraqueal o circuito del ventilador, la oscilación de flujo por un excesiva condensación de vapor en el circuito del ventilador, o fugas endógenas (tal como fístulas de liberación de presión broncopleurales), pueden ser mal interpretados por el ventilador como un esfuerzo del paciente, resultando en una PEEP inadvertida.⁽²⁹⁾

En suma, la PSV representa un modo de ventilación prometedor, que puede ser usado como de inicio solo, en recién nacidos estables y robustos, sin embargo, su uso singular no es aconsejable en infantes pretérmino críticamente enfermos, lo cuales presentan manejo respiratorio inestable.

VI. VENTILACIÓN SOPORTADA POR PRESIÓN PARA LA EXTUBACIÓN

El rango de éxito durante la extubación del modo SIMV en infantes pretérmino, debería acompañarse por incremento en el esfuerzo inspiratorio espontáneo para compensar la reducción del soporte mecánico. El incremento de carga mecánica y pobre esfuerzo respiratorio espontáneo, son comunes en infantes pretérmino, sin embargo, puede retrasar el proceso de extubación. La adición del modo PSV durante la extubación provee una descarga elástica, previene la sobre extensión y fatiga diafragmática y facilita

el proceso de extubación por disminuir algunas de las resistencias de trabajo respiratorio. En un pequeño estudio de 15 RNPT-EBP (peso al nacimiento 793 ± 217 g, edad gestacional 26.4 ± 1.5 semanas, edad postnatal 15 ± 16 días), Osorio y sus colaboradores⁽³⁰⁾ evaluaron el corto efecto de 2 niveles de PSV (3 y 6 cm H₂O) como un agregado del modo SIMV sobre los cambios de gases sanguíneos y el esfuerzo respiratorio durante una reducción aguda de parámetros del SIMV. La asistencia de presión soporte del esfuerzo respiratorio espontáneo sobre 4 periodos consecutivos de 30 minutos durante una reducción promedio del 50% en la frecuencia del SIMV ayudó a mantener una oxigenación y ventilación adecuada sin un incremento significativo del esfuerzo respiratorio. La modalidad de PSV a 6 cm H₂O brindó un 93% de elasticidad pulmonar con un valor promedio de V_T de 4.3 ml/kg, mientras que el modo PSV a 3 cm H₂O proporcionó un 59% de elasticidad con valor de V_T de 3.6 ml/Kg. La descarga mecánica parcial mediante el modo PSV redujo el esfuerzo respiratorio espontáneo. Esta reducción particularmente puede ser importante en infantes con enfermedad en la fase aguda que ha cambiado dinámicamente y afecta la mecánica pulmonar o un manejo débil respiratorio.

Sinha y colaboradores⁽³¹⁾, en otros estudios multicéntricos prospectivos aleatorizados, compararon la ventilación volumen controlada ciclada por tiempo y limitada por presión (VVCT) en 50 infantes pretérmino con peso de 1200gr. o más que presentaron evidencia clínica y radiológica de SDR. La modalidad PSV (mínima 10-12 cm H₂O por arriba del nivel basal) fue usada en la fase de extubación y el volumen corriente entregado en cada grupo fue controlado a 5-8 ml/kg, así que la única diferencia entre los 2 grupos fue la modalidad respiratoria y la manera en la cual el volumen fue proporcionado. Los dos modos de ventilación fueron comparados determinando el tiempo requerido para alcanzar el criterio de éxito predeterminado, definido como la diferencia alveolo arterial menor de 13 kPa por más de 12 horas o una PAW (presión media de la vía aérea) menor de 8 cm H₂O por más de 12 horas o extubación por más de 12 horas. El uso del modo PSV durante la fase de extubación podría contribuir a la más rápida extubación, con una reducción aproximada del 50% en horas de ventilación (tiempo medio de 65.6 contra 125.6 horas, $p < 0.001$) en el grupo de volumen controlado comparado con el grupo de VVCT.

En estudios recientes aleatorizados sobre una prueba del modo PSV, la información de la mecánica pulmonar respiro a respiro fue colectada para 10 prematuros durante tres modos ventilatorios: SIMV solo, SIMV con PSV parcial y SIMV con PSV total. La modalidad PSV total proporciona de 5 a 8 ml/Kg y PSV parcial de 2.5 a 4 ml/Kg de volumen corriente espiratorio. En este estudio, un total de 19,112 respiraciones fueron analizadas. La ventilación minuto incrementada y la frecuencia respiratoria espontánea disminuida conforme fue agregada e incrementada la modalidad PSV. Los autores notaron que la PSV mejoró la eficiencia de la respiración durante la ventilación mecánica y la mejoría fue proporcional al nivel de PSV proporcionado. Aunque estos son pequeños estudios, hacen soporte al uso de la modalidad combinada para que facilite la extubación de la ventilación mecánica y demuestra la relación de los diferentes niveles de PSV. ⁽³²⁾

La PSV ha ganado una extensa popularidad como un suplemento de otra modalidad ventilatoria que facilita la extubación para el soporte ventilatorio. Pero, los resultados de la medicina basada en evidencia son pocos.

VII. Ventilación soportada por presión como un complemento de ventilación mandatoria intermitente

Las altas resistencia de la vía aérea por la estrechez del tubo endotraqueal y la carga adicional impuesta por el ventilador, combinado con un inconstante esfuerzo respiratorio espontáneo y la desventaja mecánica conferida por una pobre estabilidad de la caja torácica, son comunes en infantes pretérmino y pueden llevar a volúmenes corrientes espontáneos pequeños e inefectivos. Los volúmenes corrientes en las respiraciones espontáneas pueden no ser suficientemente grandes para mantener una adecuada ventilación alveolar y solo pueden representar una ventilación de espacio absoluto. ⁽³³⁾ La adición de PSV al procesos SIMV aumenta la efectividad del esfuerzo respiratorio espontáneo tomando cuidado de los problemas de la carga mecánica adicional, resulta un mejoramiento en los volúmenes corriente de respiración espontánea y evitar la necesidad de grandes volúmenes corrientes en SIMV. En una pequeña serie de 10 infantes (edad gestacional de 24 a 34 semanas y peso al nacimiento de 600 a 2000gr.), no tuvieron una adecuada respuesta a la ventilación con A/C y otras intervenciones médicas como SIMV de volumen controlado. La modalidad PSV fue adicionada en un intento por reducir los

volúmenes corrientes de 5 a 8 ml/Kg de peso y subsecuentemente una reducción en la presión soporte de 8 cm H₂O, de acuerdo a la respuesta de gases sanguíneos del infante y su condición clínica. Todos los 10 infantes respondieron a la instalación del modo PSV y este fue capaz de permitir una extubación exitosa con una media de 6 días ⁽³⁴⁾.

En un gran RCT reciente (ver tabla 1) ⁽³⁵⁾ realizado por Reyes y colaboradores, 107 RNPT-EBP pretérmino, quienes requirieron ventilación mecánica por falla respiratoria durante la primera semana de vida postnatal fueron asignados a un Protocolo SIMV o SIMV agregando presión soporte. Cincuenta y tres infantes fueron asignados a SIMV y 54 infantes recibieron SIMV más PSV (el peso al nacimiento 722±125g contra 749±134g y edad gestacional de 25±1.4 contra 24.4±1.3 semanas). La adición del modo PSV condujo a una extubación más rápida durante los primeros 28 días, pero la duración total de la ventilación mecánica, la duración de la dependencia de oxígeno y la necesidad de oxígeno a las 36 semanas de edad post-menstrual sola o combinada con mortandad, no mostró diferencias entre los grupos. Los infantes del grupo del modo SIMV más PSV alcanzaron parámetros mínimos del ventilador más rápidamente y la dependencia a oxígeno también fue más corta. Sin embargo, los RNP de peso al nacer entre 700 y 1000 gr. mostraron una dependencia de oxígeno menor. Un protocolo específico de manejo ventilatorio fue seguido en este estudio hasta los 28 días postnatal, y el clínico asoció la subsecuente modalidad de ventilación. Se puede argumentar que muchas de las diferencias significativas pudieran haberse detectado si la intervención se hubiera continuado, particularmente en el grupo de peso bajo. El estudio fue diseñado para examinar el protocolo del modo PSV como una estrategia ventilatoria de protección pulmonar durante el curso temprano de la ventilación mecánica. Sin embargo, este estudio mostró que los RNPT-EBP con riesgo de daño pulmonar inducido por el ventilador y BPD mostraron mayor beneficio mediante una extubación más rápida de la ventilación soporte si el protocolo PSV es adicionada al modo SIMV.

Tabla 1. Resultados respiratorios valorados desde el nacimiento hasta el día del alta o del éxitis									
	Todos los RN			Peso RN 500-699 g			Peso RN 700-1000 g		
	SIMV (n=54)	SIMV+PS (n=53)	p	SIMV (n=23)	SIMV+PS (n=53)	p	SIMV (n=31)	SIMV+PS (n=53)	p
Edad en días de la extubación final	44 (25-73)	35 (14-74)	0,91	58 (39-110)	68 (35-110)	0,73	29 (21-53)	24 (10-40)	0,366
Duración en días de la ventilación	34 (19-59)	22 (10-52)	0,18	57 (34-81)	51 (25-85)	0,85	25 (8-47)	15 (6-23)	0,118
Días con oxígeno suplementario	72 (49-96)	49 (38-87)	0,11	85 (55-138)	86 (56-140)	0,98	58 (44-87)	41 (34-51)	0,034
RN que precisaban oxígeno suplementario a las 36 semanas de edad gestacional	23 (48)	16 (33)	0,21	12 (63)	11 (58)	1,00	11 (38)	5 (17)	0,142
Los resultados están expresados como mediana (percentil 25 – percentil 75) o como n (%) RN: Recién nacido SIMV: Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada SIMV+PS: Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada con Presión de Soporte añadida									

Tabla 1. Reyes ZC, Claire N, Tauscher MK, y colaboradores. Prueba controlada aleatorizada, comparando la ventilación mandatoria intermitente sincronizada ventilación mandatoria intermitente sincronizada soportada por presión en infantes pretérmino. Pediatrics 2006;118(4):1409–17.

“PROPUESTA DE GUÍA DE MANEJO DE LA VENTILACIÓN SOPORTADA POR PRESIÓN COMO MÉTODO DE EXTUBACIÓN”

1. Establecer parámetros de ingreso a SIMV/ PSV: para recién nacidos mayores de 1000 g se llegara a PIP <18 o 20 cmH₂O, PEEP <4cmH₂O, CPM <20 por minuto y FIO₂ < 30 a 35%; y para aquellos con peso menor de 1000gr se llegara a PIP <16-18 cm de H₂O, PEEP <4cmH₂O con FiO₂ <30-35% con CPM <20 por minuto.

2. Una vez iniciado el modo ventilatorio se tomaran gasometrías a los **30, 60 minutos, 6, 12 , 24, 48 y 72 h** o de acuerdo a necesidades del paciente, especificando si esta es capilar o arterial, así como evaluación de estado clínico cada 6 h y evaluación continua de volumen corriente.

3. Si el paciente se encuentra estable con **esfuerzo respiratorio adecuado** a las 6 hrs de iniciar SIMV/PSV, se valorara control gasométrico, si este esta normal se instalara el modo ventilatorio de PSV, si no es posible, se continuara en SIM/PSV y se revalorara cada 6 h la posibilidad de colocar en PSV.

4. En modo PSV, se tomara gasometría a los **30,60 minutos y cada 6 h, disminuyendo PIP de 2 en 2 cmH₂O, de acuerdo a estabilidad gasométrica y clínica, o bien incremento de PIP o PEEP de acuerdo a control gasométrico,** para mantener un volumen corriente entre **4-6 ml/kg.**

5. Se **considerar la extubación cuando los niveles de presión soporte han sido reducidos hasta el punto de mantener volumen corriente de 4ml/kg** si el paciente esta estable gasométrica y clínicamente y las frecuencias respiratorias son menores de 80 x´.

6. Previo a la extubación se tomara gasometría, se procederá a retirar la ventilación asistida pasando a VNF en menores de 1500gr o

campana cefálica en mayores de 1500gr y se manejara de la manera habitual hasta su retiro, vigilando por espacio de 72.

7. Para fines de investigación se tomaran nuevamente gasometrías a las 24, 48 y 72 hrs, posterior a la extubación, así como evaluación clínica.

8. El manejo integral del paciente en cuanto a nutrición, aporte de líquidos, vigilancia de estado hemodinámico e hidroelectrolítico se realizara de acuerdo a lo establecido para manejo de pacientes en la unidad de cuidados intensivos neonatales.

9. Si durante el periodo de vigilancia, se encontraran eventos de apneas, datos gasométricos de hipoxemia, hipercapnia o acidosis respiratoria que no pueda atribuirse a otra causa y que no mejora al manejo establecido, requiriendo otro tipo de intervención terapéutica o regresar a ventilación mecánica, se designara fracaso a la extubación.

BIBLIOGRAFIA

1. Brochard L, Lemaire F. Weaning Techniques and Factors Associated with Weaning Difficulties. *J. Drug Dev.* 1991, 4:89-92.
2. Bandy KP. V.C.V. For Severe Neonatal Respiratory Failure Neonatal Intensive Care. 1992;5:70-73 .
3. Soult J.A, et al. Modalidades de Soporte. Modalidades de Ventilación. Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. 2003;2:92-94.
4. Kacmarek RM. Inspiratory pressure support: does it make a clinical difference? *Intensive Care Med* 1989;5 (6):337–9.
5. Mac Intyre NR. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 1986;89(5):677–83.
6. Banner MJ, Kirby RR, Mac Intyre NR. Patient and ventilator work of breathing and ventilatory muscle loads at different levels of pressure support ventilation. *Chest* 1991;100(2): 531–3.
7. Rozé JC, Krüger T. Pressure Support Ventilation a New Triggered Ventilation Mode for Neonates. Dräger Medizintechnik GmbH
8. Nava S, Bruschi C, Fracchia.C, Braschi A. Patient-ventilator interaction and inspiratory effort during pressure support ventilation in patients with different pathologies.*Eur J*,1997 ;10 :177-183.
9. Mancebo J, et al. Comparison of the Effects of P.S.V. Delivered by Three Different Ventilators During Weaning from Mechanical Ventilation. *Intensive Care Medicine* 1995;21:913-919 .
10. Fiastro JF, Habib MP, Quan SF. Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand CPAP. *Chest* 1988;93:499-505.
11. Brochard L .et al. Improved Efficacy of Spontaneous Breathing with Inspiratory Pressure Support. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 411-415.
12. Brochard L.et al. Inspiratory Pressure Support Prevents Diaphragmatic Fatigue During Weaning from Mechanical Ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 513 -521.
13. Delafosse B .et.al. Respiratory Changes Induced by Parenteral Nutrition in Postoperative Patients Undergoing P.S.V. *Anesthesiology* 1987,66:393-396.
14. Tokioka H, Nagano O, Ohta Y, et al. Pressure support ventilation augments spontaneous breathing with improved thoracoabdominal synchrony in neonates with congenital heart disease. *Anesth Analg* 1997;85(4):789–93.
15. Normas y Procedimientos e Neonología:2003. p 224 – 257.

16. Nathan S et al. Prediction of Minimal P.S.V During Weaning from Mechanical Ventilation. CHEST 1993;103:1215-1219.
17. Bandy KP. V.C.V. For Severe Neonatal Respiratory Failure. Neonatal Intensive Care. 1992;5:70-73.
18. Donn SM. Management of BDP using P.S.V. *Pediatr Res* 1996 ;39:331-339.
19. Stewart KG. Clinical evaluation of pressure support ventilation. *Br J Anaesth* 1989;63(3): 362-4.
20. Dries DJ, Kumar P, Mathru M, et al. Hemodynamic effects of pressure support ventilation in cardiac surgery patients. *Am Surg* 1991;57(2):122-5.
21. Brochard L, Rauss A, Benito S, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150(4):896–903.
22. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med* 1995;332(6):345–50.
23. Butler R, Keenan SP, Inman KJ, et al. Is there a preferred technique for weaning the difficult-wean patient? A systematic review of the literature. *Crit Care Med* 1999;27(11):2331–6.
24. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, et al. Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) Network. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002;288(20):2561–8.
25. Quinn MW, de Boer RC, Ansari N, et al. Stress response and mode of ventilation in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1998;78(3):F195–8.
26. Heldt GP, McIlroy MB. Distortion of chest wall and work of diaphragm in preterm infants. *J Appl Physiol* 1987;62(1):164–9.
27. Jubran A, Van de Graff WB, Tobin MJ. Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:129–36
28. Kapasi M, Fujino Y, Kirmse M, et al. Effort and work of breathing in neonates during assisted patient-triggered ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2001;2(1):9–16.
29. Black JW, Grover BS. A hazard of pressure support ventilation. *Chest* 1988;93(2):333–5.

30. Osorio W, Claire N, D'Ugard C, et al. Effects of pressure support during an acute reduction of synchronized intermittent mandatory ventilation in preterm infants. *J Perinatol* 2005; 25(6):412–6.
31. Sinha SK, Donn SM, Gavey J, et al. Randomised trial of volume controlled versus time cycled, pressure limited ventilation in preterm infants with respiratory distress syndrome. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1997;77(3):F202–5.
32. Keszler M, Abubakar KM, Mammel MC. Response to Olsen, et al. study comparing SIMV & PSV. *J Perinatol* 2003;23:434–5.
33. Keszler M. Pressure support ventilation and other approaches to overcome imposed work of breathing. *Neoreviews* 2006;7:e226–33.
34. Sinha S, Donn SM. Feasibility of pressure support ventilation in low birth weight infants [abstract]. Joint meeting of the Irish Perinatal Society and the British Association of Perinatal Medicine. Dublin, Ireland, October 1, 1994.
35. Reyes ZC, Claire N, Tauscher MK, et al. Randomized, controlled trial comparing synchronized intermittent mandatory ventilation and synchronized intermittent mandatory ventilation plus pressure support in preterm infants. *Pediatrics* 2006;118(4):1409–17.