

DESTETE VENTILATORIO UN ENFOQUE FISIOTERAPEUTICO

Gina Correa*
sollada@hotmail.com

Sandra Jimena Castro Gutierrez, Deisy Janeth Castro Gutierrez, Silvia Juliana Vera Rondón^δ

Fecha de recepción: Junio 2008
Fecha de aceptación: Agosto 2008

RESUMEN

El destete ventilatorio es un proceso donde se realiza una reducción gradual del soporte ventilatorio, haciendo que el paciente asuma una ventilación espontánea efectiva; éste proceso tiene diferentes prototipos originarios de las distintas escuelas en cuidados intensivos, todas con un enfoque médico; existiendo pocos o nulos estudios de investigación realizados por fisioterapeutas.. Con esta investigación se pretende describir detalladamente el destete ventilatorio, dando un enfoque fisioterapéutico, que guíe su accionar. La determinación objetiva de los candidatos para realizar el destete, se hace gracias a criterios específicos y a la aplicación de predictores tales como el índice de respiración rápida superficial, la presión de oclusión de la vía aérea, la presión inspiratoria negativa, para finalmente realizar una prueba de suficiencia utilizando: ventilación con presión de soporte, presión continua en la vía aérea o tubo en T, y luego proceder a la extubación. Actualmente existe la tendencia de emplear nuevas técnicas ventilatorias que prometen un destete más rápido y eficaz, como es la ventilación asistida proporcional, la ventilación con compensación de tubo, la ventilación asistida sincronizada y el destete a ventilación mecánica no invasiva, que buscan facilitar el destete ventilatorio, enfatizando en casos donde este se dificulta por dependencia ventilatoria.

Palabras clave: *Ventilación mecánica, Destete ventilatorio, Falla del destete ventilatorio.*

VENTILATORY WEANING A PHYSIOTHERAPIST APPROACH

ABSTRACT

The ventilatory weaning is a process where is carried out a gradual reduction of the ventilatory support, making the patient to assume a spontaneous effective ventilation; this process has different natives prototypes from the different schools in intensive care, all with a medical point of view; and few or null investigation studies have been carried out by physiotherapists . With this investigation it is sought to describe detailed, the ventilatory weaning giving a physiotherapist point of view which could guide their work. The objective determination of candidates to carry out the weaning, is made based on specific criteria and on the application of predictors such as: the index of quick superficial breathing, the occlusion pressure of the air way, the negative inspiratory pressure, for finally carrying out a test of sufficiency using: pressure's support ventilation , continuous pressure in the air way or T tube before proceeding to the extubation. At the moment there is the tendency to use new ventilatory technologies, that promise a quicker and more effective

* *Fisioterapeuta. Especialista en Fisioterapia en Cuidado Crítico. Miembro gupo de Investigación Fisioterapia en Cuidado Crítico.*

^δ *Fisioterapeutas. Especialistas en Fisioterapia en Cuidado Crítico*

weaning, like the proportional assisted ventilation, the ventilation with compensation tube, the synchronized assisted ventilation and the non invasive ventilatory weaning, all these mechanisms look for facilitating the ventilatory weaning, emphasizing in cases where this is hindered by ventilatory dependency.

Key Words: *Mechanical ventilation, weaning, failure to ventilatory weaning*

INTRODUCCION

La ventilación mecánica es una medida de soporte vital empleada cuando las demandas existentes no pueden ser suplidas por el paciente debido a diversas condiciones, teniendo impacto en cada una de las características funcionales de la respiración como son el intercambio gaseoso a nivel de la membrana alveolo capilar, la interacción corazón pulmón y el control nervioso de la respiración. (1, 2).

Existen estudios que han permitido confirmar la alta demanda de soporte ventilatorio dentro de las unidades de cuidado intensivo con diferencias en el tiempo de estancia de los mismos.

En el año de 1991 se estudió una población de 3884 pacientes en unidad de cuidado intensivos, encontrando que el 49% de estos pacientes requirieron ventilación mecánica, y que el 64% de éstos pacientes eran post operatorios, requiriendo soporte ventilatorio por menos de 24 horas(3). En el año 1996, se realizó un estudio de prevalencia en 412 unidades de cuidado intensivo de 8 países, el 39% de 4153 pacientes requirieron ventilación mecánica. (4)

En el año 2002, tomaron una muestra de 5183 pacientes, de los cuales solo el 33% necesitó de soporte ventilatorio por mas de 12 horas. (5)

La intubación endotraqueal y la ventilación mecánica son procedimientos que se llevan a cabo de un modo rutinario en las unidades de cuidados intensivos, trae consigo no solo efectos benéficos si no también diversas complicaciones tiempo dependientes que incluyen la neumonía asociada a la ventilación mecánica, daño en la vía aérea, compromiso gastro intestinales, tromboembolismo pulmonar entre otras.(1) Sin embargo, el mejor momento para decidir la extubación, probablemente es más complejo de determinar que la propia decisión de su instauración, considerándose que el soporte ventilatorio se debe retirar tan pronto

se recupera la causa que llevó al paciente a la ventilación mecánica, pues aunque éste es un importante método de soporte vital, también trae consigo diversas complicaciones tiempo dependientes, asociadas a la vía aérea artificial, asociadas a la presión positiva intrapulmonar e intratorácica, toxicidad por oxígeno e infecciones, resaltando la neumonía asociada a la ventilación mecánica, teniendo una incidencia 3,3% en los primeros 5 días, pudiendo incrementar los índices de morbimortalidad. (6, 7,8,9,10,11,12,13)

El destete ventilatorio es el proceso en el cual se realiza una reducción gradual del nivel de soporte ventilatorio buscando que el paciente asuma una ventilación espontánea efectiva, posterior al retiro de la ventilación mecánica y de la vía aérea artificial. (1, 14, 15, 16)

Sin embargo, cuando el soporte ventilatorio se logra discontinuar, aproximadamente el 25% de los pacientes presentan problemas respiratorios, requiriendo que la ventilación mecánica sea reestablecida. Además, del total de pacientes que se logra extubar, alrededor del 10 a 20%, necesitan ser reintubados aumentándose alrededor del 33% en pacientes con cambios en el estado mental y alteraciones neurológicas, incrementando la mortalidad 6 veces más que en aquellos pacientes que toleraron la extubación, con evidencia de que la necesidad de reintubación eleva 8 veces la razón de disparidad. (17, 18).

El proceso de retiro de la ventilación mecánica supone grandes cambios clínicos en el paciente, y se constituye en una gran parte de la carga de trabajo en una unidad de cuidado intensivo. (19)

Para que el proceso de retiro de la ventilación mecánica sea exitoso, se hace necesario realizar la evaluación de los indicadores objetivos existentes que logren determinar la suplencia respiratoria adecuada por parte del paciente.

Existen condiciones generales para iniciar este proceso de separación de la ventilación mecánica, como son: Mejoría de la causa que llevó al paciente a requerir soporte ventilatorio, la estabilidad clínica del paciente, Glasgow ≥ 7 , aunque algunos autores manejan rangos de Glasgow mayores a 8 o 9. Estabilidad hemodinámica, con ausencia de soporte inotrópico o vasopresor, dopamina ≤ 5 $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$, estabilidad metabólica (urea, sodio, potasio, fósforo, magnesio, etc.),

Temperatura menor de 38°C, Hemoglobina mayor de 7 g/dL y mayor de 10 g/dL en pacientes con enfermedad coronaria, pH > 7,32 y < 7,48, PaO₂ > 60 torr, con FiO₂ ≤ 0.40, PaO₂/FiO₂ >175 con PEEP ≤ 5 cmH₂O, PaO₂/PAO₂ >0,30; además de una condición general estable - APACHE II -, correcto nivel nutricional (albúmina), y situación cardiovascular compensada, como se muestra en la tabla 1. (16)

Tabla 1

Criterios iniciales para considerar la discontinuación del soporte ventilatorio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
MEDIDAS OBJETIVAS	Adecuada Oxigenación (ejemplo, P _{O2} ≥ 60 mmHg con FiO ₂ ≤ 40%; PEEP ≤5-10 cmH ₂ O; PaO ₂ /FiO ₂ ≤ 150 – 300
	Estabilidad del sistema cardiovascular (ejemplo, FC ≤ 140 lpm; tensión arterial estable; no (o mínimo) vasopresor.
	Afebril (Temperatura < 38°C)
	No significativa acidosis respiratoria
	Adecuada hemoglobina (ejemplo, Hgb ≥ 8 – 10 g/dL
	Adecuado nivel neurológico (ejemplo, alertable, escala Glasgow coma ≥ 13, no continua infusión sedativa.)
	Estabilidad metabólica (ejemplo, electrolitos aceptables).
EVALUACION CLINICA SUBJETIVA	Resolución de la fase aguda de la enfermedad; médico cree posible discontinuación; tos adecuada.

Fuente: MacIntyre N. Evidence-Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support. *Chest*. 2001. página 380.

La evidencia existente acerca de los criterios de destete ventilatorio existe gracias a estudios observacionales, comparando un grupo de pacientes los cuales fallaron

o tuvieron un destete exitoso de la ventilación mecánica. La evaluación de los resultados de estos tipo de estudios es difícil debido a diversas causas, como son metodológicas, la agresividad en el retiro de la ventilación mecánica, la forma de interpretación de los resultados, y la evaluación de los resultados difieren entre estudios, pues algunos investigadores evalúan la tolerancia la ensayo de respiración espontánea, otros los parámetros de destete ventilatorio, y otros el éxito de discontinuación de la ventilación mecánica con la extubación, hay diferencias entre los diversos estudios en el tiempo para considerar el éxito en la extubación y otros no reportan valores de reintubación. (18)

Los criterios convencionales que se han usado para el destete ventilatorio son sencillos de usar pero tiene una sensibilidad y especificidad relativamente baja, como son el volumen corriente, la ventilación minuto, capacidad vital, la ventilación voluntaria máxima (VVM), la frecuencia respiratoria, la presión inspiratoria máxima e integración de índices. (14)

La capacidad vital es la cantidad de volumen de gas que el paciente es capaz de exhalar después de una inspiración máxima desde un volumen residual con un valor de 10 a 15 ml/Kg, sin embargo, su medición depende del nivel de cooperación del paciente (14).

El volumen corriente es la cantidad de volumen de gas que se mueve durante un ciclo respiratorio normal, con un valor de 5 a 8 ml/Kg. Sin embargo, existen autores que indican que volúmenes corrientes > 4 ml/Kg, predice el éxito en el destete, presentando una sensibilidad en 100 adultos de 94 (20). Existe reporte de un estudio que reporta que un resultado de 4ml/kg tiene un valor predictivo positivo de 0.67, y un valor predictivo negativo de 0.85. (14)

La VVM es el volumen de aire que puede ser exhalado con un esfuerzo máximo ventilatorio en un minuto, los valores normales para la VVM están en rangos desde 50 a 200 L/min. La ventilación minuto es de aproximadamente 6 L/min. La relación entre la ventilación minuto y la VVM indican la proporción de capacidad ventilatoria requerida por los pacientes para mantener un nivel de PaCO₂, además de la variabilidad de reserva para las demandas ventilatorias posteriores. La combinación de la ventilación minuto menor de 10 L/min y la capacidad de doblar

este valor durante la VVM indica éxito en el destete. Aunque se asocian frecuentemente con valores falsos positivos y negativos. (14).

La Presión Inspiratoria Máxima o negativa (PImáx) definida por el equipo de la SATI en 2005 como “la máxima presión generada en un esfuerzo inspiratorio realizado desde volumen residual”. Valora la fuerza muscular inspiratoria, gracias a la oclusión de una válvula inspiratoria unidireccional por 20 – 25 segundos que permite la espiración, obligando al paciente a ejercer un máximo esfuerzo inspiratorio, o a través de una válvula conectada al manómetro. Las tres causas mas frecuentes de la disminución de la PImax son las enfermedades neuromusculares, donde se requiere una disminución de la PImax de un 30% para que se presente hipercapnia e hipoventilación, por otro lado, las patologías pulmonares crónicas pueden generar hipercapnia con menores reducciones de este criterio, en especial en alteraciones del intercambio gaseoso y aumento del trabajo respiratorio; finalmente la desnutrición también compromete la función muscular respiratoria y por ende el valor de la PImax. Un valor < -30 cmH₂O se asocia con extubación exitosa, pero un valor > -20 cmH₂O predice el fracaso en la extubación. (14,16, 21).

El patrón respiratorio brinda información oportuna y vital para la evaluación del “driver” respiratorio y presenciar signos de fatiga respiratoria. El aumento de la frecuencia respiratoria es un claro predictor del fracaso del destete el valor de diferencia que proponen diversos autores varía entre 25 a 38 ciclos/minuto. Volumen corriente por debajo de 250 a 350 ml también sirven como predictor de fracaso en el destete ventilatorio. (16)

El índice de respiración rápida superficial (IRRS) integra los dos parámetros anteriores, lo cual permite mayor acercamiento a la precisión del destete Los pacientes que presentan fracaso en el destete de la ventilación mecánica aumentan su frecuencia respiratoria, con un patrón rápido pero superficial, mostrando un imbalance entre carga y capacidad respiratoria. Posteriores investigaciones, determinaron como punto de referencia 105 respiraciones/minuto/Litro, con un valor predictivo positivo de 0.78 y un valor predictivo negativo de 0.95. El éxito de ésta prueba depende de la colaboración

del paciente y se debe tomar en respiración espontánea. La mejor capacidad predictiva de éste índice se obtiene cuando se mide a los 30 minutos de comenzada la prueba de ventilación espontánea, en comparación con la medición a los 2 ó 3 minutos. El valor predictivo de éste índice puede disminuir si se mide mientras el paciente esta con soporte ventilatorio ya sea con presión de soporte o con presión continua en la vía aérea. (14, 17, 19).

La actividad de los centros respiratorios se puede evaluar gracias a la presión de oclusión de la vía aérea (P0.1) la cual es definida la presión de la vía aérea medida a los 1000 milisegundos de iniciada la inspiración con la vía aérea ocluida”. En individuos sanos su valor suele ser de -2 cmH2O. Mediciones altas pueden indicar un imbalance entre la carga y capacidad neuromuscular respiratoria. Un valor menor a 4 o 5 cmH2O señala un éxito en el destete ventilatorio. Un estudio donde enrolaron pacientes con EPOC donde comparaban el poder predictivo de la P0,1 con los otros parámetros tradicionales de destete ventilatorio, donde los pacientes con un valor de P0,1 menor de 6 cmH2O eran extubados, encontrando que la Pimax y la CV eran significativamente diferentes tanto en los pacientes retirados de la ventilación mecánica exitosamente como en los que no, pero fueron incapaces de separar de forma individual a los pacientes que fueron retirados del soporte ventilatorio exitosamente. El patrón respiratorio tampoco resultó un buen criterio predictivo. Sin embargo, la P0,1 demostró en términos de predicción individual ser superior a los demás criterios. Existe evidencia de elevación de la P0,1 en pacientes con EPOC que requirieron de ventilación mecánica, disminuyendo en aquellos que fueron extubados exitosamente. El valor de la P0,1 se relaciona además con incrementos de la ETCO2, y su resultado se puede comprometer por la presencia de fatiga (16, 14, 21) Existe otro estudio en pacientes con EPOC tras un desconexión de 30 minutos de PSV, donde compararon la P0,1 con algunos parámetros de desconexión como son la PImax, la CV, la frecuencia respiratoria, el volumen corriente, gases sanguíneos y Ti/Ttot, encontrando, que solo la PImax, la CV y la P0,1 tuvieron una significativa diferencia en el grupo que fue destetado exitosamente en comparación con los que no y que sólo la P0,1 pudo predecir el éxito del destete

ventilatorio con precisión, tomando un valor de $P_{0,1}$ de 4,5 cmH₂O; además, encontraron una interesante asociación entre la $P_{0,1}$ y el nivel de autopeep. (22)

Ante la necesidad de una variable que asocie la medida del estímulo respiratorio – demanda ventilatoria – y la medición de la reserva funcional muscular respiratoria, surge la relación $P_{0,1}/P_{I\max}$, existe un estudio donde evidencia que no existía relación entre la $P_{0,1}$ y la $P_{I\max}$ pero que la $P_{0,1}/P_{I\max}$ incrementó la confiabilidad de la $P_{0,1}$ para determinar la necesidad de permanencia en ventilación mecánica. Un valor de $P_{0,1}/P_{I\max}$ de 0,14 medido después de 15 minutos de respiración espontánea tiene una sensibilidad y especificidad del 82%. Se considera que un valor de menor de 0,14 es predictivo de éxito en el destete y un valor mayor de 0,16 predice fracaso en el retiro de la ventilación mecánica. (16, 23, 24)

La relación $P_I/P_{I\max}$ con el cual se puede valorar la reserva muscular cuyo valor menor de 40% es predictivo de éxito en el destete ventilatorio, y mayor de 40% indica la presencia de fatiga muscular. (16)

Otro criterio de destete ventilatorio importante es el índice de CROP – Complianza, frecuencia respiratoria, oxigenación y presión - el cual integra la valoración del intercambio gaseoso pulmonar con las cargas a las que se encuentra sometido el sistema respiratorio y su capacidad para vencer dichas cargas. Éste índice se obtiene gracias a la expresión matemática $[(\text{Complianza Dinámica} \times \text{Presión máxima} \times Pa_{O2}/PA_{O2})] / \text{Frecuencia Respiratoria}$. Su valor indicador de éxito en la separación de la ventilación mecánica debe ser mayor a 13. (25)

Existen Otros criterios, para valorar la posibilidad en el retiro de la ventilación mecánica que necesitan, sin embargo, de elementos sofisticados para realizar su medición; éste es el caso de la presión esofágica (PES), la cual requiere de un balón esofágico, siendo útil para medir la carga de los músculos respiratorios y cuantificar como trabajo o la expresión del producto presión tiempo por respiración calculado como $\int PES \times T_i$, donde trabajo es igual a $\int PES \times \text{Volumen Corriente}$. La carga respiratoria se puede expresar con relación al tiempo, al tiempo ventilatorio o también con respecto a la máxima fuerza muscular gracias a la

relación del producto presión tiempo con la PImax con proporción a la fracción de $T_i - T_i / \text{Tiempo total del ciclo respiratorio}$ -; cuando el producto presión tiempo indica un valor $> 0,15$ determina fatiga respiratoria. (25)

Es importante analizar los diversos índices predictivos teniendo en cuenta su LR, los cuales se citan en la tabla 2.

Tabla 2

Criterios de destete ventilatorio medidos en respiración espontánea.

Parámetro	No. De Estudios	Valores resultado	Rango LR positivo
Medidos con ventilador			
Ventilación minuto	20	10-15 l/min	0,81-2,37
NIF	10	-20 - -30 cmH20	0,23 -2,45
PImax	16	-15- -30	0,98-3,01
P0,1/PImax	4	0,30	2,14-25,3
CROP	2	13	1,05-19-74
Medidos durante un periodo de respiración espontánea			
FR	24	30-38	1,00-3.89
VC	18	325-408(4-6 ml/Kg)	0,71-3,83
F/VC	20	60-105	0,84-4,67

Modificado de Neil MacIntiry. (2007). Discontinuin Mechanical Ventilatory Support. *The American Collage of Chest Physicians*. Volumen 13. Página 1050.

Existe un estudio donde identificaron 65 estudios observacionales de predictores de destete ventilatorio que fueron publicados en 70 publicaciones, agrupando los

predictores con igual nombre pero diferente resultado en cuatro grupos como fueron poblaciones heterogéneas con 51 estudios, 21 de pacientes con EPOC, y 45 de pacientes con cirugía cardiovascular, encontrando que en poblaciones heterogéneas el más promisorio índice de destete es el IRRS < 65 resp/min/L, con una sensibilidad de 90 (78 – 102) y una especificidad de 80 (55- 105), el LR fue de 1,1 (con un intervalo de confianza de 95% 0,95 a 1,28) para una frecuencia respiratoria de menos de 38 resp/min como predictor de éxito en el destete ventilatorio, para ensayos de no asistencia ventilatoria los más promisorios índices fueron la frecuencia respiratoria, el IRRS, el producto IRRS – $P_{0,1}$ menor de 450 cmH₂O resp/min/L y una $P_{lmax} < -20$ cmH₂O, pero para los dos primeros el valor predictivo positivo estuvo muy limitado con un LR de 2,23, mientras que el valor predictivo negativo tuvo un LR de 0,09 a 0,23 con gran significado estadístico; al analizar los resultados de estudios para predecir el éxito en la extubación se encontró que la frecuencia respiratoria < 38 resp/min tiene una sensibilidad de 88% y una especificidad de 47%, el IRRS < 100 o 105 resp/min/L presenta una sensibilidad de 65 – 96% y una especificidad de 0 – 73% y el índice P_{lmax} / P_{lmax} menor a 0,3 reportó un LR de 2,23 (1,15 – 4,34) con intervalo de confianza de 95%, presentando un rango grande de LR. (20)

Existen estudios que valoran la habilidad para predecir el ensayo de inasistencia ventilatoria combinando resultados de predictores, incluyendo duración de la ventilación mecánica, Frecuencia respiratoria < 38 resp/min que tiene una sensibilidad de 92% en 100 pacientes; un volumen corriente > 4 ml/Kg con una sensibilidad de 94% en 100 adultos; un IRRS < 100 resp/min/L, una $NIF < -20$ cmH₂O; $P_{0,1} < 5$ cmH₂O con una sensibilidad de 87% y una especificidad de 91% en 67 pacientes y un $P_{0,1}/P_{lmax}$. Llama la atención el LR del IRRS rindiendo un valor de 1,58 1,30 – 1,90 con un intervalo de confianza de 95%, y el LR del $P_{0,1}/P_{lmax}$ rindiendo un valor de 16,3 con un intervalo de confianza de 95%.(20)

Con referencia a los estudios realizados en pacientes con EPOC de predictores de destete ventilatorio como son la frecuencia respiratoria, el IRRS, la $P_{0,1}$, la efectiva impedancia ventilatoria y la Pa_{O_2}/Fi_{O_2} en la evidencia no reporta valores. En pacientes de cirugía cardíaca evidenciaron estudios que evaluaban predictores

de destete ventilatorio, pero gran parte de éstos no reportan valores, sin embargo, existe un estudio que incluyo sólo 23 pacientes de cirugía cardiaca y midieron la $P_{0,1}$ rindiendo un valor predictivo de 4 cmH₂O con una sensibilidad de 100% y una especificidad de 56% con un LR para valor predicativo positivo de 2,3 y para un valor predictivo negativo de 0. (20)

Existe un nivel de evidencia A que reporta que gran parte de los predictores de destete ventilatorio son de mínima ayuda tanto en el intento de respiración espontánea como en el retiro de la ventilación mecánica, el índice de respiración rápida superficial se considera ser el más propicio. (26)

Sin embargo es necesario tener en cuenta no solo una serie de parámetros clínicos sino también paraclínicos, por lo cual se debe realizar una adecuada revisión de algunos parámetros como son: La radiografía de tórax, la presencia de hipercapnia, que conduce a alteración de la bomba ventilatoria, por tanto la debilidad de los músculos respiratorios y la fatiga muscular, están relacionados con una respiración rápida y superficial y los parámetros nutricionales. (2).

Los tres modos más utilizados para el destete son el ensayo de respiración espontánea (ERE), con pieza de tubo en T, la ventilación con presión de soporte (PSV) y la ventilación mandataria intermitente sincronizada (SIMV). (27)

Hay gran controversia acerca del tiempo de duración del ERE, pues se han encontrado resultados similares en 30 minutos y dos horas en ERE, sin embargo, en otros estudios se ha evidenciado que entre los 30 y 120 minutos los pacientes fallaban la prueba.(28, 29)

Un estudio reporta resultados similares del ERE con tubo en T o con presión de soporte de 7 cmH₂O. (30, 21)

Pero existe un estudio que demostró similitud en el tiempo de destete al comprar el SIMV y el destete con pieza de tubo en T. (31) Otro estudio evidencia que la ventilación con presión soporte disminuyó el tiempo de destete comparado con el SIMV y el tubo en T (32). Sin embargo, hay reportes de que el tubo en T con uno o varios intentos diarios disminuyó la duración, en comparación con el destete con presión de soporte o con SIMV (33). El SIMV sólo retarda el destete ventilatorio, debido a que tanto las respiraciones soportadas como las que no con mínimos

niveles de SIMV, muestran iguales niveles de contracción de los músculos respiratorios, pero si se agrega presión de soporte se logra disminuir el trabajo respiratorio para ambas respiraciones (32,33). El SIMV mas PS en pacientes con EPOC reduce el tiempo de destete ventilatorio, al confrontarlo con SIMV sin presión de soporte (34).

Existe un nivel de evidencia A para no usar el SIMV solo para el destete ventilatorio y confieren un nivel de evidencia B al recomendar que el destete ventilatorio se puede realizar con tubo en T, presión de soporte o con SIMV con presión de soporte (26)

Existen otras modalidades de soporte ventilatorio que ayudan al destete ventilatorio como es la ventilación mecánica no invasiva (VMNI). Estudios han demostrado que la VMNI en pacientes con EPOC, disminuyó el tiempo de destete ventilatorio, la estancia en UCI, la incidencia de infecciones y de neumonía nosocomial, e incrementó la supervivencia a 60 días.(16). Al comparar la VMNI y la ventilación controlada por volumen (VCV) en un estudio en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda sobre enfermedad crónica, incluyendo pacientes con EPOC, evidenció que si bien la VNI disminuyó el tiempo de soporte ventilatorio invasivo, la tasa de éxito de destete fue similar para ambos grupos; sin poder establecer diferencias en mortalidad, tiempo de internación o complicaciones; además, se reporta que la duración de la ventilación mecánica invasiva disminuyó significativamente en los pacientes que recibieron VMNI pero incrementó el tiempo total de soporte ventilatorio. (35) Se halla otro estudio que reporta que la VMNI redujo el tiempo de ventilación invasiva, los días de hospitalización, la necesidad de traqueostomía, la incidencia de neumonía y el shock séptico, disminución en la incidencia de complicaciones y eleva la supervivencia en estos pacientes.(36)

Por otro lado al comparar la VMNI con una terapia médica estándar que incluye oxigenoterapia, fisioterapia respiratoria, broncodilatadores y alguna otra terapia dirigida, no se evidencia diferencia entre éstas dos en la necesidad de intubación, pero la tasa de mortalidad parece ser más alta en los pacientes que recibieron VMNI, probablemente por la demora en la intubación, cabe resaltar que en esta

investigación el grupo que recibía la terapia médica estándar podía recibir VMNI en caso de necesitarla, con lo que se concluye que la VMNI no previene la necesidad de reintubación o la mortalidad en pacientes con falla respiratoria post extubación (37).

Reportes de estudios revelan que la VMNI puede disminuir la incidencia de reintubación en pacientes con EPOC con signos tempranos de falla respiratoria hipercápnica post extubación. Además, la VMNI puede ser aplicada en pacientes con EPOC con signos tempranos de falla respiratoria post extubación, pero que ésta no puede ser aplicada rutinariamente en la extubación o en falla ventilatoria post extubación cuando es necesaria la intubación, dando un nivel de evidencia B. Según varios estudios observacionales prospectivos y retrospectivos la instauración de la ventilación invasiva en las primeras 12 horas post extubación disminuye la mortalidad. (26) La implementación de la VMNI como modo de destete está contraindicada en casos específicos a tener en cuenta. (Ver tabla 3)

Tabla 3

Contraindicaciones de la VMNI luego de la extubación.

Inestabilidad hemodinámica / arritmias severas
Depresión de la conciencia
Excitación extrema / escasa colaboración
Incapacidad para eliminar secreciones o para proteger la vía aérea
Síndrome coronario agudo
Obstrucción importante de vía aérea superior
Vómitos o hemorragia digestiva activa
Trauma o cirugía facial
Apnea o bradipnea marcada

Varón F. y Alf A. (2008) Ventilación Mecánica no Invasiva. Distribuna. Colombia. p. 125.

Una vez la VMNI es instaurada se debe llevar un monitoreo estricto para determinar la eficacia de su implementación mediante el control clínico y gasimétrico. Si no se observa mejoría y se evidencian signos de falla de la VMNI

con existencia de un criterio mayor o dos criterios menores de los observados en la tabla 4, se debe considerar la reintubación sin demora (38).

Tabla 4

Criterios de Fracaso de la VMNI en el destete

Criterios mayores
Ausencia de mejoría de pH (<7,35) o de PaCO ₂ (> 45 mmHg, o aumento > 20%)
Hipoxemia: SatO ₂ < 90% (85% en hipoxémicos crónicos) con FiO ₂ = 50%
Empeoramiento del sensorio o agitación con intolerancia a la VMNI
Criterios menores
Aumento de la frecuencia cardiaca o de la presión arterial > 20%
Frecuencia respiratoria > 35 ciclos/min, o aumento > 50%
Uso de músculos accesorios, o depresión abdominal inspiratoria
Disnea importante
Secreciones abundantes con incapacidad para movilizarlas
Signos tardíos (necesidad de reintubación de urgencia)
Paro cardíaco o respiratorio, o depresión respiratoria con respiración “boqueante”
Coma
Hipotensión marcada sin respuesta a expansión de volumen y drogas vasoactivas

Modificado de Varón F. y Alí A. (2008) Ventilación Mecánica no Invasiva. Distribuna. Colombia. p. 132.

La modalidad ventilatoria de compensación automática de tubo (ATC) en la que la presión cae a través del tubo orotraqueal liberando exactamente la presión necesaria para vencer la carga impuesta por el tubo, evidencia mayor efectividad con respecto al CPAP y la presión soporte, aunque, éste podría permitir un margen para que algunos pacientes toleren el ensayo de respiración y presentar falla ventilatoria post extubación. Sin embargo, no existen estudios donde comparen el ATC con el tubo en T. (14)

La ventilación asistida proporcional (VAP) es un nuevo modo ventilatorio en el que actúa como un amplificador de la inspiración, ayudando a los músculos inspiratorios a incrementar su capacidad de generar presión, dependiendo del porcentaje de soporte programado (14,39). Un estudio comparó la VAP con la VSP en pacientes en destete ventilatorio, se evidenció que la respuesta ventilatoria al incremento de la carga respiratoria, requiere mayor grado de esfuerzo muscular, durante la VSP, que durante la VAP.(40)

La ventilación asistida sincronizada (ASV) es un nuevo modo ventilatorio basado en la ventilación presión control (PCV) y la presión soporte (PS) con una adaptación automática de frecuencia respiratoria y el nivel de presión a la mecánica respiratoria pasiva y activa del paciente. Este modo ventilatorio garantiza una ventilación minuto predefinida.

La ventilación asistida sincronizada (ASV) es un nuevo modo ventilatorio basado en la ventilación presión control (PCV) y la presión soporte (PS) con una adaptación automática de frecuencia respiratoria y el nivel de presión a la mecánica respiratoria pasiva y activa del paciente. Este modo ventilatorio garantiza una ventilación minuto predefinida (41). Este modo ventilatorio en el destete ventilatorio parece mantener las presiones inspiratorias pico más bajas y requerir menos manipulación en comparación con el SIMV más PSV (41).

Los profesionales del área de la salud pueden proporcionar protocolos de cuidado fundamentados en la medición del impacto de los pacientes críticamente enfermos, más allá del destete ventilatorio. Estudios aleatorizados controlados han comprobado que los protocolos para liberar los pacientes de la ventilación mecánica manejados por personal médico tienen mayor eficiencia, reduciendo la duración de la ventilación mecánica. Los protocolos realizados por fisioterapeutas han evidenciado disminución en la duración de la ventilación mecánica, reducción de costos, estadía en las unidades de cuidado intensivos y tiempo en el destete ventilatorio en comparación con el destete ventilatorio dirigido por médicos (42)

Es así como el fisioterapeuta debe prestar atención a todos los posibles factores que pueden llevar a fracaso en el destete ventilatorio ya sea por generar aumento

en la carga a la que se somete al sistema respiratorio o porque afectan la función muscular respiratoria, para así corregirlas oportunamente.

Una gran proporción de pacientes que presentan dificultad en el retiro del soporte ventilatorio son los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas y en especial los pacientes con EPOC, enfisema y asma, donde la capacidad residual funcional (CRF), está muy por encima del valor normal llegando incluso en ocasiones a superar la capacidad pulmonar total (CPT), debido a la pérdida del componente elástico del pulmón y al retraso en el vaciamiento pulmonar causado por aumento en la resistencia al flujo y limitando el flujo espiratorio, con lo que no se da un vaciamiento alveolar adecuado, llevando a que persista una presión positiva intrínseca al final de la espiración denominado autopeep, el cual, eleva la carga al umbral inspiratorio, por lo que aún con soporte ventilatorio no se da una recuperación de la fatiga muscular, llegando al punto en que ésta se puede incrementar, comprometiendo el éxito del destete ventilatorio. Por lo que el fisioterapeuta debe garantizar una correcta broncodilatación que disminuya la resistencia al flujo espiratorio, y considerar el manejo de un PEEP óptimo que contrarreste ese nivel de PEEP intrínseco, disminuyendo el esfuerzo inspiratorio.

(21)

La resistencia de la vía aérea del paciente puede estar incrementada en pacientes con enfermedades de la vía aérea, a la que se le adiciona la resistencia de la vía aérea artificial, y que en caso de presencia de secreciones, se da un incremento del trabajo respiratorio, pudiendo llevar a hipoventilación, disfunción pulmonar y fatiga muscular respiratoria, entre otras complicaciones, por lo que el accionar fisioterapéutico en éste aspecto toma gran relevancia para el manejo de secreciones, al realizar maniobras específicas para garantizar una adecuada higiene bronquial. (16, 2)

El fisioterapeuta debe considerar además, que los pacientes son EPOC, tienen elevación de la resistencia al flujo espiratorio que puede llevar a autopeep considerablemente alto que sobrecarga al sistema respiratorio, estos pacientes presentan también presentan aplanamiento del diafragma, con lo que sus fibras musculares, presentan menor facilidad para el trabajo respiratorio, por

compromiso de su mecánica – ley de Starling - y si se someten a una prueba de destete ventilatorio con pieza en tubo en “T”, éste aumenta la resistencia al flujo, y la carga a los músculos respiratorios, y por tanto puede fallar la prueba de destete ventilatorio, con elevación de los niveles de CO₂, e incremento de la fatiga respiratoria, llevando a mayor dependencia del ventilador, por tanto, preferiblemente éste grupo poblacional debería ser retirado desde CPAP o PSV o una combinación de éstas, y en caso de difícil destete realizar un switch a VMNI.

La disminución de la fuerza muscular se encuentra en casi todos los pacientes con difícil proceso de destete ventilatorio. Es aquí donde el fisioterapeuta realiza maniobras específicas de reeducación muscular y un adecuado posicionamiento del paciente, en pro de mejorar la función de los músculos respiratorios, favoreciendo su función ventilatoria que permita al paciente soportar una ventilación espontánea efectiva.

La función muscular respiratoria además, depende de un adecuado aporte energético y un correcto aporte de oxígeno, por lo que el compromiso de sus determinantes como es el caso de la presencia de hipoxemia, de anemia, o una disminución del gasto cardíaco pueden comprometer la contractilidad muscular respiratoria, y disminuir su fuerza resistiva, al punto de fallar el destete ventilatorio, por lo que el fisioterapeuta cuyo objeto de estudio es el movimiento corporal humano debe garantizar un adecuado aporte de oxígeno a los músculos respiratorios vigilando la oxigenación, los niveles de perfusión tisular y de hemoglobina, y como parte de un equipo interdisciplinario buscar las medidas necesarias para corregir el compromiso de éstos aspectos

Los músculos de la respiración como son el diafragma y los intercostales, sometidos a periodos prolongados de ventilación mecánica generalmente se encuentran bajo movimientos pasivos, los cuales favorecen la atrofia y la disminución de la contracción, facilitando la aparición de acidosis respiratoria y el aumento del trabajo ventilatorio (2, 21)

Las patologías neurológicas y neuromusculares que comprometen la musculatura respiratoria son otra causa importante de atrofia muscular y debilidad de la musculatura respiratoria, estas pueden ser desarrolladas antes del ingreso a la

UCI o desarrolladas dentro de esta, tales como la polineuropatía del paciente crítico. A mayor cantidad de tiempo de estancia en UCI, es la probabilidad que el paciente desarrolle la polineuropatía del paciente crítico, en pacientes con estas condiciones se debe considerar la posibilidad de realizar un destete ventilatorio bien planeado antes de someterlos a la extubación o incluir la posibilidad de traqueostomía para favorecer el destete ventilatorio, esto genera que la valoración fisioterapéutica sea constante y permita guiar la toma de decisiones en éste aspecto. Sin embargo es válido el desarrollo previo de programas de rehabilitación neuromuscular donde se logre mejorar la función ventilatoria con automatización de un adecuado patrón ventilatorio, optimizar la coordinación ventilatoria, disminuir la atrofia y debilidad muscular, y favorecer la conversión de fibras musculares tipo II a tipo I, para favorecer la resistencia muscular respiratoria, todo esto, gracias a programas bien definidos donde se empleen no sólo maniobras de reexpansión torácica a través de la movilización de miembros superiores y el posicionamiento, la reeducación diafragmática el fortalecimiento de los músculos abdominales y accesorios de la inspiración, así como del uso de estrategias de retroalimentación respiratoria gracias al mecanismo de biofeedback con la ayuda del ventilador, a través de un comando verbal, visual y táctil.

CONCLUSIONES

El destete ventilatorio es un proceso que en la mayoría de los casos se realiza sin mayores complicaciones, pero en otros casos, en especial en aquellos pacientes con dependencia ventilatoria, requiere que el fisioterapeuta y demás profesionales de la salud presten especial cuidado en estos con el fin de detectar y controlar condiciones patológicas que puedan aumentar los riesgos de falla en el destete ventilatorio, y la extubación.

Existen diversos parámetros clínicos que buscan determinar la posibilidad del destete ventilatorio, sin embargo gran parte de éstos criterios no son estadísticamente confiables, pues presentan baja sensibilidad, y especificidad, pudiendo dar oportunidad a falsos positivos y falsos negativos; sin embargo,

acorde a diversas investigaciones, el índice de respiración rápida superficial parece ser el parámetro más promisorio para predecir fracaso en el destete ventilatorio; y la $P_{0,1}$ junto con la relación $P_{0,1}/P_{I\max}$ ser predictores de éxito en el destete ventilatorio, aunque es necesario al momento de valorar la posibilidad de éxito o fracaso en el retiro de la ventilación mecánica, la medición de no sólo un índice, sino de varios que orienten y confirmen la probabilidad de retirar al paciente del ventilador de una manera exitosa..

La determinación del modo más apropiado para realizar el retiro de la ventilación mecánica puede resultar difícil de seleccionar, siendo claro la utilidad de realizar un ensayo de respiración espontánea previo al retiro del soporte ventilatorio, empleando ya sea la pieza en tubo en T, la ventilación con presión soporte o la presión continua de la vía aérea; sin embargo, en la actualidad existen nuevos modos ventilatorios que pueden permitir la disminución del tiempo destinado a éste proceso y mayor confort para el paciente, como son la ventilación asistida proporcional, la ventilación con compensación de tubo y la ventilación asistida sincronizada, considerando pertinente la realización de mas estudios en diversos tipos de poblaciones que comparen estas modalidades ventilatorias para liberar a los pacientes de la ventilación mecánica. Se recomienda entonces que el fisioterapeuta realice el destete ventilatorio a partir del modo ventilatorio que más conozca y que le proporcione mayor seguridad en su implementación, sin olvidar que existen estrategias de destete con base en modalidades ventilatorias que han mostrado impacto positivo en la facilitación del retiro del ventilador en pacientes con condiciones clínicas específicas como el EPOC, las enfermedades neuromusculares y los pacientes con largos periodos de ventilación mecánica.

La ventilación mecánica no invasiva a tomado fuerza en los últimos años para liberar a los pacientes de la ventilación mecánica, especialmente en los casos de pacientes con falla respiratoria hipercápnica, y pacientes neurológicos, pero no se debe aplicar de forma rutinaria a todos los pacientes, por lo que la valoración fisioterapéutica tiene gran relevancia en la determinación de su pertinencia; sin embargo, una vez instaurada la ventilación mecánica no invasiva para liberación ventilatoria se deben realizar estrictos controles para evaluar la tolerancia y la

evolución del paciente. Nuevos estudios en poblaciones más grandes, son requeridos para definir de forma concluyente el papel de la ventilación no invasiva en el destete ventilatorio.

La dependencia al ventilador es un problema que se presenta con gran frecuencia para realizar el retiro de la ventilación mecánica, el fisioterapeuta debe determinar las posibles causas que pueden o están comprometiendo éste proceso, aplicando diversas maniobras pertinentes que faciliten al paciente asumir una ventilación espontánea efectiva, por otro lado el fisioterapeuta deberá desarrollar habilidades para reconocer cada situación que dificulte el proceso y desarrollar estrategias para corregirlas.

REFERENCIAS

1. Dueñas C., Ortiz G. y Gonzalez M. (2003) *Ventilación mecánica aplicación en el paciente crítico*. Distribuna. Bogotá.
2. Cristancho, W. (2003), *Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica*. Manual moderno. Colombia.
3. Knaus W. (1991). Prognosis with mechanical ventilation: The influence of disease, severity of disease, age, and chronic health status on survival from an acute illness. *American Rev Respiratory Disease*, 140, 8-13
4. Esteban A., Anzueto A., Alia I., y Otros. (2000) *For the mechanical ventilation internacional study group*. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Respiratory Critical Care of Medicine*, 161, 1450-1458.
5. Esteban A., Anzueto A., Frutos F. & cols. (2002). For the mechanical ventilation internacional study group. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation. *JAMA*, 287, 345-355
6. Mancebo J., Valberdu I. (1995). *Weaning CPAP Frente al Tubo en T. Retirada de la Ventilación Mecánica*. Editorial Springer Verlag Iberia.
7. Merida A., Navarrete A. (1998). *Técnicas de Interrupción del Apoyo Ventilatorio. Ventilación Mecánica*. Springer Verlag Iberica.

8. Dantzker D., y Schars S. (2000). Cuidados Intensivos Cardiopulmonares. Mc Graw Hill Interamericana. México.
9. Herrera, M. (1997), Iniciación a la ventilación mecánica puntos clave, Editorial Distribuna, Barcelona España.
10. Parker JC., Hernandez LA. (1993). Mechanisms, of Ventilator Induced Lung Injury. *Critical Care Med*, 21, 131-143.
11. Carrillo R., Cruz C., Ilasi C., Vasquez G., Olivares E., Calvo B. (2002). Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica. *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva*, 16 (3), 90- 106.
12. American Thoracic Society. (2005). Guidelines for the management of adults with hospital acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. En *Respiratory Critical Care Medicine*, 171, 388–416.
13. Cook D., Guyatt G., Marshall J., & colaboradores. (1998). A Comparison of Sucralfate and Ranitidine for Prevention of Upper Gastrointestinal Bleeding in Patients Requiring Mechanical Ventilation Canadian Critical Care Trial Group. *The New England Journal of Medicine* 338, 791-797. Recuperado en Junio 19, 2008 disponible en <http://www.chestjournal.org>
14. Eskandar N. & Apostolakos M., (2007). Weaning from Mechanical Ventilation. *Critical Care Clinics*, 23, 263-274. Recuperado en Julio 18, 2008, disponible en <http://criticalcare.theclinics.com>
15. Brochard L., y Slutsky A (2007). Ventilación Mecánica Actualización en Medicina de Cuidado Intensivo. Distribuna. Bogotá Colombia
16. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. (2005). Ventilación Mecánica Libro del Comité de Neumología Crítica de la SATI. Panamericana. Buenos Aires Argentina.
17. Tobin M. (2001). Advances in Mechanical Ventilation. *The New England Journal of Medicine*, 344 (26), 1986-1996
18. MacIntyre N. (2001). Evidence – Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support: A Collective Task Force Facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care and the American College of Critical Care Medicine. *The American College of Chest*

Physicians, 120, 375-396. Recuperado en Junio 19, 2008 disponible en <http://chestjournal.org>

19. Tobin M. (1994). Principles and practice of mechanical ventilation. Mc Graw Hill.
20. Meade M., Guyatt G., Cook D., Griffith L., Sinuff T., Kergl C., Mancebo J., Esteban A. & Epstein S. (2001). Predicting Success in Weaning From Mechanical Ventilation. *The American College of Chest Physicians*, 120, 400-424.
21. Net A., Mancebo J., Benito S. (1995). Retirada de la Ventilación Mecánica Weaning Prólogo de los Profesores J.J. Marini y F. Lemaire. Springer.
22. Conti G., Brochard L., Cinella E., & cols. (1992). Early Prediction of Successful Weaning During Pressure Support Ventilation Weaning of COPD Patients. *Critical Care of Medicine*, 20 (3), 366-371
23. Fernandez R., Cabrera J, Calaf N., & Benito S. (1990). P_{0,1}/P_Imax : an Index for Assesing Respiratory Capacity in Acute Respiratory Failure. *Intensive Care of Medicine*, 16, 175-179.
24. Gandia F. & Blanco J. (1992). Evaluation of Indexes Predicting the Outcome of Ventilator Weaning and Value of Adding Supplemental Inspiratory Load. *Intensive Care Med*, 18, 327-333.
25. MacIntyre N. (2007). Discontinuing Mechanical Ventilatory Support. *The American College of Chest Physicians*, 132, 1049-1056. Recuperado en junio 25, 2008 disponible en <http://chestjournal.org>
26. Esteban A. & Anzueto A. (2006). Manejo de la Falla Ventilatoria Basado en la Evidencia. Editorial Distribuna.
27. Hess D. (2001). Ventilator Modes Used in Weaning. *The American College of Chest Physicians*, 120, 474-476. Recuperado en Junio 19, 2008 disponible en <http://chestjournal.org>
28. Esteban A., Alía I., Tobin MJ. , Gil A., Gordo G., Vallverdú I., Blancal., Bonet A., Vázquez A., de Pablo R., Torres A., de la Cal M., & Macías S. (1999). Effect of Spontaneous Breathing Trial Duration on Outcome of Attempts to Discontinue Mechanical Ventilation. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine*, 159, 512-518.

29. Vallverdu I., Calaf N., Subirana M. & cols. (1998). Clinical Characteristics, Respiratory Functional Parameters, and Outcome of Two-Hour-T-Piece Trial in Patients Weaning from Mechanical Ventilation. *Am Journal Respiratory Critical Care Medicine*, 158, 1855-1862
30. Esteban A., y colaboradores. (1995). A Comparison Of Four Methods Of Weaning Patients From Mechanical Ventilation. *The New England Journal of Medicine*, 332 (6), 345-350. Recuperado en 25 de Julio, 2008 disponible en <http://www.chestjournal.org>.
31. Tomlinson JR, Miller KS, Lorch DG, Smith L., Reines HD & Sahn SA. (1989). A Prospective Comparison of IMV and T-Piece Weaning from Mechanical Ventilation. *American College of Chest Physicians*, 96, 348 -352
32. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, [Mancebo J](#), [Rekik N](#), [Gasparetto A](#), [Lemaire F](#). (1994). Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine*, 150, 896-903.
33. Esteban A., Frutos F., Tobin M., Alía I., Solsona J., Valverde I., Fernández R., De la Gal M., Benito S., Tomás R., Carriedo D., Macías S. & Blanco J. (1995). A Comparison Of Four Methods Of Weaning Patients From Mechanical Ventilation. *The New England Journal of Medicine*, 332 (6), 345-350. Recuperado en 25 de Julio, 2008 disponible en <http://www.chestjournal.org>.
34. Jounieaux V, Duran A, Levin Valensi P. (1994). Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation with and Without Pressure Support Ventilation in Weaning Patients with COPD from Mechanical Ventilation. *The American College of Chest Physicians*, 105, 1204-1210.
35. Girault C., Daudenthun I., Chevron V., Tamion F., Leroy J., y Bronmarchand G. (1999). Noninvasive Ventilation as a Aystematic Extubation and Weaning Technique in Acute-on-Chronic Respiratory Failure A Prospective, Randomized Controlled Study. *American Journal Respiratory Critical Care Medicine*, 160,. 86-92.
36. Ferrer M., Esquinas A., Arancibia F., Bauer T., Gonzalez G., Carrillo A., Rodriguez-Roisin R. & Torres A. (2003). Noninvasive Ventilation during persistent

Weaning Failure A randomized Controlled Trial American. *Journal of Respiratory and Critical Care of Medicine*, 168, 70-76.

37. Esteban A., Frutos F., Ferguson N., Arabi Y., Apezteguía C., González M., Epstein S., Hill N., Nava S., Soares M., D'Empaire G., Alía I. & Anzueto A. (2004). Noninvasive Positive-Pressure Ventilation for Respiratory Failure after Extubation. *The New England Journal of Medicine*, 350, 2452-2460.
38. Varón F. y Alí A. (2008) Ventilación Mecánica no Invasiva. Distribuna. Colombia
39. Georgopoulos D., Plataki M., Prinianakis G. & Kondili E. (2007). Current Status of Proportional Assist Ventilation. *International Journal of Intensive Care*.
40. Grasso S., Puntillo F., Mascia L., Ancona G., Fiore T., Bruno F., Slutsky S., Ranieri M. & (2000). Compensation for increase in respiratory workload during mechanical Ventilation Pressure-Support versus Proportional-Assist Ventilation. *American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine*, 160, 819-826
41. Petter A., Chiole'ro R., Cassina T., Chassot PG., Mu'ller A., & Revelly JP. (2003). Automatic "Respirator/Weaning" with Adaptive Support Ventilation: The Effect on Duration of Endotracheal Intubation and Patient Management. *Anesthesiology Analg*, 97, 1743-50
42. Wesley E., Maureen O., Edward F., Marin A., Cook D., Guyatt G., & Stoller J. (2001). Mechanical Ventilator Weaning Protocols Driven by Nonphysician Health Care Professionals: Evidence- Based Clinical Practice Guidelines. *American College of Chest Physicians*, 120, 454 -463.