



**TRABAJO FINAL**

Presentado para acceder al título de

**ESPECIALISTA en KINESIOLOGÍA Y FISIOTERAPIA**

**CARDIORRESPIRATORIA**

Título: **“Proceso de weaning en pacientes con falla respiratoria hipercápnica secundaria a enfermedad neuromuscular: enfoque en la ventilación no invasiva”**

Autor:

**Sahlmann, Alejandra**

DNI 37072700

Director:

**Dra. Jalit, Araxi**

Lugar:

**Rosario, Santa Fe, Argentina (Sede Central Rosario)**

Fecha de presentación:

**20/11/2023**

Firma de autor:

## **Índice:**

I. Introducción	Pág. 3
II. Problema	Pág. 4
III. Hipótesis	Pág. 5
IV. Objetivos	Pág. 6
IV.1) Objetivo general	Pág. 6
IV.2) Objetivos específicos	Pág. 6
V. Marco teórico	Pág. 7
V.1 Enfermedades neuromusculares	Pág. 7
V.1 a) Afectación del sistema respiratorio en enfermedades neuromusculares	Pág.7
V.1 b) Trastornos respiratorios del sueño	Pág. 8
V.2 Ventilación mecánica no invasiva	Pág. 10
V.2 a) Selección de pacientes con enfermedades neuromusculares candidatos a VNI	Pág. 10
V.2 b) Objetivos de la VNI en pacientes con enfermedades neuromusculares	Pág. 11
V,2 c) Papel de la VNI en el proceso de desvinculación de la ventilación mecánica invasiva (VM)	Pág. 11
VI. Antecedentes bibliográficos	Pág. 14
VII. Conclusión general	Pág. 25
VIII. Reporte de caso clínico	Pág. 26
IX. Discusión	Pág. 32
X. Conclusión	Pág. 34
XI. Bibliografía	Pág. 35

## **I. Introducción:**

El término "enfermedad neuromuscular" es amplio y abarca un grupo heterogéneo de síndromes y enfermedades que alteran el funcionamiento muscular, ya sea directamente por una enfermedad muscular intrínseca o indirectamente por una enfermedad del sistema nervioso periférico. La etiología de estos desórdenes es variada y pueden afectar neuronas motoras y sensitivas, el músculo o la unión neuromuscular. (1)

Estos pacientes suelen sufrir un deterioro muscular progresivo que resulta en pérdida de movilidad, problemas deglutorios, disfunción de la musculatura respiratoria y, frecuentemente, muerte por insuficiencia respiratoria.

Esta población representa aproximadamente un 12% de los casos en unidades de cuidados críticos, y la cifra asciende a un 25% en centros especializados de weaning y rehabilitación.

Su evolución hospitalaria se caracteriza por debilidad muscular distal simétrica, que puede generalizarse, arreflexia, hipotonía y dependencia de la ventilación mecánica. La mortalidad en estos pacientes alcanza el 60%. Sin embargo, una fracción significativa de los que sobreviven a su enfermedad crítica son derivados a centros especializados de weaning y rehabilitación, aún con requerimientos de soporte ventilatorio a largo plazo.

Los enfoques de atención incluyen un seguimiento clínico regular y cuidadoso de los síntomas de trastornos respiratorios del sueño, hipoventilación diurna, así como la efectividad de la tos y la deglución. (2) Este enfoque integral de atención es fundamental para mantener la salud y longevidad de estos pacientes.

El mayor desafío para el equipo de salud radica en lograr la mayor independencia, descomplejización e inserción de estos pacientes en las actividades de la vida diaria, sin descuidar sus funciones vitales afectadas. (3)

En este trabajo analizaremos la efectividad de la ventilación mecánica no invasiva (VNI) para alcanzar la desvinculación de la ventilación mecánica invasiva y posterior decanulación de un paciente masculino padeciente de una enfermedad neuromuscular no filiada con fallas reiteradas de pruebas de ventilación espontánea por retención de CO<sub>2</sub>.

## **II. Problema:**

En centros especializados de weaning y rehabilitación, habitualmente nos encontramos con pacientes que padecen enfermedades neuromusculares evolutivas con requerimientos de soporte ventilatorio por deficiencia de la musculatura respiratoria.

Una vez vinculados a la asistencia respiratoria mecánica (ARM), el destete de la misma suele representar un desafío para el equipo de salud, dadas las condiciones basales de estos individuos: marcada debilidad de los músculos respiratorios, tos inefectiva, mal manejo de secreciones y trastornos deglutorios. Este escenario es propicio para que la ventilación mecánica invasiva se prolongue en el tiempo.

Surge la necesidad de revisar la bibliografía disponible en búsqueda de alternativas que contribuyan a la desvinculación de la ventilación mecánica invasiva de esta población, para lograr mayor independencia, descomplejización e inserción en actividades de la vida diaria.

En este estudio, nos centraremos en la utilización de ventilación mecánica no invasiva para prevenir la falla respiratoria hipercápnica en un paciente con enfermedad neuromuscular no filiada, para así lograr el destete de la ventilación mecánica invasiva y decanulación del mismo.

### **III. Hipótesis:**

La utilización de ventilación mecánica no invasiva (VNI) durante el proceso de weaning en pacientes neuromusculares previene la falla respiratoria hipercápnica, reduciendo la duración de la ventilación mecánica invasiva.

#### **IV. Objetivos:**

##### **IV. 1) Objetivo general:**

Describir la utilización de ventilación mecánica no invasiva como método de desvinculación de la ventilación mecánica invasiva prolongada asociada a falla ventilatoria hipercápnic.

##### **IV. 2) Objetivos específicos:**

- I. Conocer la eficacia de la ventilación no invasiva en procesos de weaning dificultoso por falla ventilatoria hipercápnic.
- II. Revisar la evidencia científica disponibles sobre la utilización de VNI en procesos de weaning dificultoso.
- III. Describir los resultados obtenidos tras la implementación de la intervención propuesta.

## **V. Marco teórico:**

### **V. 1) Enfermedades neuromusculares**

Las enfermedades neuromusculares (ENM) son un grupo heterogéneo de enfermedades neurológicas, caracterizadas por la afectación de algún componente de la unidad motora y cuya principal manifestación es la debilidad muscular. (4)

La posibilidad de compromiso del sistema respiratorio varía ampliamente entre las diferentes condiciones y, en general, aparece en pacientes con mayor debilidad. La afectación de los distintos grupos musculares compromete en mayor o menor medida y directa o indirectamente el funcionamiento del sistema respiratorio, principal determinante de la morbimortalidad.

La insuficiencia respiratoria aguda asociada a infecciones respiratorias es motivo frecuente de hospitalización y la insuficiencia respiratoria crónica (IRC) es la causa más frecuente de muerte.

#### **V. 1.a) Afectación del sistema respiratorio en enfermedades neuromusculares:**

La afectación del sistema respiratorio en estos desórdenes depende de procesos multifactoriales e interconectados, que tienen relación, al menos indirecta, con el funcionamiento de los músculos respiratorios.

A continuación detallaremos las principales causas que contribuyen a la falla respiratoria:

- ◆ *La debilidad de los grandes músculos respiratorios* altera la retracción elástica de la caja torácica y modifica la posición neutral de equilibrio de las retracciones elásticas torácica y pulmonar.
- ◆ Tendones, ligamentos y articulaciones costales se endurecen y pueden llegar a la *anquilosis* como consecuencia del acortamiento y de los cambios fibróticos musculares.
- ◆ *Debilidad de los músculos inspiratorios* y reducción de la capacidad de generar inspiraciones máximas, con la consecuente disminución de la capacidad vital y en la generación de suspiros, con mayor tendencia al colapso alveolar y desarrollo de microatelectasias. (1)
- ◆ *Debilidad de los músculos espiratorios*, esenciales para el establecimiento de una tos efectiva y la eliminación de secreciones bronquiales. Su compromiso aumenta, también, el riesgo de infección respiratoria y de desarrollo de insuficiencia respiratoria hipoxémica. (2)

- ◆ *Presencia de compromiso bulbar*, que trae como consecuencia un trastorno deglutorio y síndrome aspirativo, responsable, a su vez, de infecciones a repetición y broncorrea crónica.
- ◆ *Alteraciones de la caja torácica* (escoliosis) que colocan a los músculos respiratorios en una posición desventajosa para su funcionamiento, ya afectado por la debilidad.

En resumen, éstos pacientes cursan una disminución progresiva de la distensibilidad pulmonar y torácica, lo que conduce a un comportamiento restrictivo del sistema respiratorio. Se caracterizan por presentar un tipo de respiración rápida y superficial, sin suspiros, con una marcada debilidad para toser y movilizar secreciones bronquiales. La taquipnea aumenta el trabajo respiratorio e incrementa la ventilación de espacio muerto y el tiempo inspiratorio, con compromiso del flujo sanguíneo a los músculos respiratorios. Ésta situación se verá acentuada en el curso de infecciones respiratorias severas. (5,6)

La consecuencia final es la fatiga muscular, la cual colabora en el desarrollo de una insuficiencia respiratoria hipercápnica.

#### **V. 1.b) Trastornos respiratorios del sueño:**

Fisiológicamente, el sueño representa una situación de labilidad para el funcionamiento respiratorio, ya que tanto la mecánica respiratoria como los mecanismos del control central disminuyen su eficiencia con respecto a la vigilia.

En condiciones de salud, durante el sueño de movimientos oculares rápidos (REM), disminuye el tono de todos los músculos del eje medio del cuerpo, que incluye los dilatadores de las vías aéreas superiores y los músculos respiratorios accesorios. Ésto genera una disminución del calibre faríngeo, un aumento de la colapsabilidad de las VAS y una caída de la capacidad residual funcional y del volumen corriente. En cuanto al control respiratorio, en el sueño REM, se toleran niveles más bajos de  $PO_2$  y más altos de  $PCO_2$ , sin dar lugar a una respuesta. Lo antedicho genera un descenso de la oxigenación (normalmente, la  $SpO_2$  desciende hasta un 4% por debajo de la de la vigilia) y un aumento de la  $PCO_2$ . (7)

En pacientes con enfermedades neuromusculares, la disminución de la eficiencia respiratoria durante el sueño está acentuada por el compromiso de los músculos respiratorios o por afectación primaria o secundaria de los centros respiratorios. Podemos describir tres tipos básicos de disfunción respiratoria asociada al sueño, dentro de las cuales las diferentes ENM pueden tener mayor tendencia a desarrollar una u otra forma y, a su vez, estas pueden combinarse:

- ◆ *Obstrucción de las vías aéreas superiores (VAS) durante el sueño:*  
La aparición de la obstrucción y su magnitud dependen de la interacción entre la anatomía de la vía aérea y la dinámica neuromuscular. Comprende un abanico entre la obstrucción leve con vibración del velo del paladar (ronquido simple) hasta el síndrome de apnea/hipopnea obstructiva del sueño (SAHOS) con episodios de colapso faríngeo completo (apnea obstructiva) o parcial (hipopnea). (8) Durante estos episodios de apnea o hipopnea, sobrevienen descensos de la oxigenación, aumentos de la CO<sub>2</sub> y reacciones de despertar en el sistema nervioso central. Esto aumenta el tono muscular, con lo que se recupera una respiración normal hasta que, con la profundización del sueño, se reinicia el ciclo apnea-hipoxia/hipercapnia-despertar. La fragmentación del sueño y la hipoxia e hipercapnia recurrentes deterioran los mecanismos de reacción frente a la apnea al aumentar la tolerancia de los quimiorreceptores y pueden elevar el umbral de la reacción de despertar, lo que agrega una hipoventilación central secundaria. (9)
- ◆ *Hipoventilación de origen periférico:*  
Al comienzo del deterioro de los músculos respiratorios, la función respiratoria se mantiene por el trabajo de los músculos accesorios, pero la disminución de su tono en sueño REM puede llevar a episodios de hipoventilación con desaturación y/o hipercapnia. Con la progresión, los episodios aumentan en frecuencia y duración, y aparecen en sueño no REM. El cierre de la vía aérea distal dificulta el manejo de las secreciones. La hipoxia/hipercapnia recurrentes pueden cambiar la sensibilidad del centro respiratorio, que se adapta a trabajar en niveles de menor PO<sub>2</sub> y mayor PCO<sub>2</sub>. Ésto lleva, en algunos pacientes, al desarrollo de insuficiencia respiratoria nocturna y diurna por asociación de un componente secundario central al problema mecánico primario. Las manifestaciones clínicas y las complicaciones de la hipoventilación periférica durante el sueño son similares a las del SAHOS, salvo que no existen ronquido ni apneas. (10)
- ◆ *Hipoventilación alveolar central:*  
Es más frecuente en las patologías con compromiso cerebral o del tronco. Si bien en muchos casos esta es secundaria a la hipoxemia recurrente de origen mecánico, en algunas patologías, puede existir también un daño central primario. En ellas, la disminución en la percepción de la hipoxia y la hipercapnia hace que el estímulo respiratorio central disminuya, en general, de manera más marcada durante el sueño profundo no REM. Durante el sueño, no hay signos de lucha por respirar. Solo en los casos más graves, se hace notoria la disminución casi total de la excursión torácica, que puede asociarse con cianosis. (1)

## **V. 2) Ventilación mecánica no invasiva:**

La ventilación mecánica no invasiva (VNI) es la aplicación de ventilación con presión positiva a través de una interfaz nasal, bucal, oronasal o facial, sin la necesidad de utilizar un tubo endotraqueal o cánula de traqueotomía, es decir, sin emplear una vía aérea artificial. (11)

En la actualidad, constituye un método muy utilizado en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda de diferentes causas y como soporte ventilatorio en aquellos

pacientes con enfermedades restrictivas crónicas (neuromusculares) que condicionan insuficiencia ventilatoria. (11)

Dada la finalidad de este trabajo, nos avocaremos principalmente a la utilización de VNI para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria crónica ocasionada por enfermedades neuromusculares de base.

Los beneficios potenciales de esta herramienta terapéutica residen principalmente en la entrega de una adecuada oxigenación y la reducción los niveles de CO<sub>2</sub> al aumentar la ventilación alveolar, estabilizando así el pH arterial y entregando descarga a los músculos respiratorios. (12)

### **V. 2.a) Selección de pacientes con enfermedades neuromusculares candidatos a VNI**

El inicio de la VNI está indicado en pacientes neuromusculares con síntomas o signos relacionados con hipoventilación alveolar y alguna de las siguientes condiciones:

- ◆ Hipercapnia diurna (PCO<sub>2</sub> > 45 mmHg) evidenciada por medio de la obtención de gases arteriales.
- ◆ Desaturación durante el sueño: la VNI se indica cuando existe una SpO<sub>2</sub> menor de 89% durante por lo menos cinco minutos consecutivos o más del 10% del tiempo total monitorizado. (8)
- ◆ Rápido deterioro de la función respiratoria, con frecuentes consultas a unidades de emergencia por insuficiencia respiratoria, en pacientes con CV < 50%.
- ◆ En pacientes que recibieron asistencia mecánica a través de tubo endotraqueal como consecuencia de infecciones pulmonares o por imposibilidad de eliminar el exceso de secreciones bronquiales durante los procesos agudos. (13)
- ◆ Pacientes con procesos de weaning dificultoso, con fracasos previos de pruebas de ventilación espontánea por fallo respiratorio hipercápnico. (14)

### **V. 2.b) Objetivos de la VNI en pacientes con enfermedades neuromusculares**

Si bien los objetivos de la implementación de ventilación mecánica no invasiva dependerán fundamentalmente del paciente y su contexto clínico, en líneas generales podemos mencionar los siguientes:

- ◆ El objetivo primario es mejorar la ventilación alveolar y la oxigenación; (12,13)

- ◆ Mejorar la distensibilidad pulmonar, mediante la aplicación de PEEP, aumentando la capacidad residual funcional, disminuyendo la incidencia de microatelectasias y mejorando el intercambio gaseoso; (15)
- ◆ Mejorar la calidad del sueño, al reducir o evitar los episodios de hipoventilación (centrales y/u obstructivos), entregando una adecuada arquitectura del sueño y disminuyendo los despertares; (8)
- ◆ Mejorar la calidad de vida y la supervivencia. (1)

### **V. 2.c) Papel de la VNI en el proceso de desvinculación de la ventilación mecánica invasiva (VM)**

Como fue expresado anteriormente, la adecuada utilización de la VNI mejora el intercambio gaseoso, reduce las cargas sobre el aparato respiratorio (resistivas, elásticas o umbral, de acuerdo a los mecanismos presentes) y optimiza el funcionamiento de la bomba respiratoria. Todos ellos son factores que intervienen en los mecanismos de falla del destete de la VM. Por tal motivo, resulta atractivo incluir su utilización en la estrategia para la separación del paciente del respirador. (16)

A continuación, desarrollaremos algunos elementos que constituyen las bases racionales para avalar el uso de VNI como herramienta en el proceso de discontinuación de la VM:

- ◆ Los índices predictivos que evalúan la capacidad del paciente para la interrupción de la VM recomendados en la literatura no reúnen características de sencillez y confiabilidad suficientes para resultar accesibles y predecir con precisión el resultado del destete, de modo que no es fácil asegurar qué pacientes tendrán éxito ante un intento de separación del respirador. Este condicionante puede exponer a los pacientes a la prolongación del período de VM. Por ello, resulta atractiva la utilización de una metodología que permita que el paciente continúe recibiendo apoyo ventilatorio con menos riesgo, tal como la VNI. (17)
- ◆ La mayor parte de los pacientes que fallan en el destete presentan respiración rápida y superficial. Este patrón respiratorio contribuye al desarrollo de autoPEEP con atrapamiento aéreo y mayor esfuerzo inspiratorio, y al aumento de la relación espacio muerto/volumen corriente con desarrollo de hipercapnia. Estas alteraciones pueden conducir al fallo del destete. La implementación de VNI puede contribuir a la corrección del patrón respiratorio y evitar la reinstauración de la VM. (18)
- ◆ Los intentos fallidos de desconexión del respirador, con sus consecuencias desfavorables por desarrollo de fatiga muscular y/o de insuficiencia cardíaca contribuyen al deterioro de la condición del paciente y a la persistencia de la dependencia al respirador. La aplicación oportuna de VNI podría jugar un papel para superar estas alteraciones. (19)

- ◆ Los pacientes que son extubados y requieren ser reintubados por fallo post-extubación dentro de las siguientes 48-72 horas presentan peor evolución, comparados con los que no la requieren. Esos sujetos tienen mayor riesgo de neumonía asociada al respirador, requieren internaciones más prolongadas en la UCI y presentan mayor mortalidad. Parece claro que una estrategia para evitar la reintubación puede contribuir a mejorar el pronóstico de estos pacientes. (20)
- ◆ La utilización de VNI ha demostrado su eficacia para evitar la intubación y la VM, con disminución de la mortalidad, en una proporción importante de pacientes con falla respiratoria aguda por causas específicas tales como exacerbación de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y edema agudo de pulmón cardiogénico. Se podría especular, entonces, que los pacientes con estas patologías que han sido sometidos a VM y han mejorado de su deterioro inicial podrían ser manejados recibiendo apoyo ventilatorio con VNI sin necesidad de TET, del mismo modo que se tratan habitualmente estos enfermos en la instancia inicial de su descompensación. (21)
- ◆ El mantenimiento de la PEEP puede ser beneficiosa para evitar la falla respiratoria post-extubación en algunos pacientes (enfermedad cardíaca, hipoxémicos, EPOC). (17)

## **VI. Antecedentes bibliográficos:**

### **1. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. (21)**

Stefano Navas; Cesare Gregoretty; Francesco Fanfulla; Enzo Squadrone; Mario Grassi; Annalisa Carlucci; Fabio Beltrame; Paolo Navalesi.

Año: 2005

#### **Objetivo:**

El objetivo de este estudio fue evaluar si la aplicación de ventilación mecánica no invasiva (VNI), inmediatamente luego de la extubación, es efectiva para prevenir la falla respiratoria postextubación en pacientes de alto riesgo.

Los autores postulan que en comparación con el tratamiento medico estándar, el uso preventivo de VNI en las primeras 48 horas luego de la extubación, reduciría la necesidad de reintubacion y sus complicaciones asociadas en pacientes de alto riesgo.

#### **Método:**

Se llevó a cabo un estudio controlado multicéntrico randomizado, que incluyó 97 pacientes admitidos en tres unidades de cuidados intensivos (UCI) que habían sido ventilados por más de 48 horas y considerados con riesgo de desarrollar falla respiratoria postextubación.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: ventilación mecánica mayor a 48 horas, prueba de ventilación espontanea exitosa, en suma de uno o más de los siguientes escenarios de alto riesgo de reintubación: más de una PRE fallida consecutiva, falla cardíaca crónica, PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg postextubación y más de una comorbilidad.

El weaning de la ventilación mecánica se realizó de acuerdo a protocolos estandarizados, utilizando una disminución gradual diaria de la presión soporte o una prueba de tubo T (PRE) simple diaria. La PRE se realizó una vez que el paciente alcanzó una fase de estabilidad clínica y cumplía los siguientes criterios: sensorio normal, ausencia de hipertermia ( $>38^{\circ}$ ) y sépsis,  $\text{PaO}_2 \geq 60$  mmHg con  $\text{FiO}_2 \leq$  al 40% y  $\text{PEEP} < 5$  cmH<sub>2</sub>O, ausencia de isquemia cardíaca o arritmias.

Los pacientes que toleraban PRE por una hora, eran reconectados a la ventilación mecánica por una o dos horas y luego extubados.

Una hora luego de la extubación, se realizaba un estudio de gases arteriales y los pacientes eran randomizados al grupo de terapia médica estándar o VNI.

En el grupo VNI (n=48), los pacientes fueron ventilados utilizando el modo presión soporte (PSV) con PEEP. La presión inspiratoria se ajustó de acuerdo a la tolerancia del paciente, utilizando PEEP de 5-6 cmH<sub>2</sub>O que podía incrementarse hasta conseguir una saturación  $> 92\%$ . Se perseguía una frecuencia respiratoria  $<25/\text{min}$  y un intercambio gaseoso satisfactorio, con una  $\text{SpO}_2 > 92\%$ , con un  $\text{pH} > 7,35$ . La fracción inspirada de oxígeno se ajustó para obtener una  $\text{SpO}_2 > 92\%$ .

Se utilizó como interfaz una total face mask.

Luego de las 48 horas de iniciado el protocolo, si el paciente se encontraba clínicamente estable, la VNI era discontinuada.

El tratamiento médico estándar (n=49) consistió en oxigenoterapia administrada para alcanzar una  $\text{SpO}_2 > 92\%$ .

Ambos grupos recibieron los mismos cuidados por parte de enfermeros y terapeutas respiratorios durante su estadía en UCI.

La reintubación tendría lugar al cabo de una hora de iniciado el tratamiento, si se presentaba alguno de los siguientes criterios: acidosis respiratoria ( $\text{pH} < 7,35$  con una  $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg o aumento del 15% en presencia de hipercapnia al momento de la extubación), hipoxemia ( $\text{SpO}_2 < 90\%$  con  $\text{FiO}_2 > 50\%$ ), incremento de la frecuencia respiratoria  $> 20\%$  del valor basal o  $> 35/\text{min}$ , signos clínicos de fatiga muscular (uso de músculos accesorios), disnea severa e inhabilidad para manejar secreciones.

#### Resultados:

Se encontró una disminución en la frecuencia de reintubación del 15% en el grupo VNI vs el 25% en el grupo de tratamiento médico convencional.

La diferencia de riesgo de reintubación en el grupo VNI fue menor (16%) que en grupo de tratamiento médico estándar.

No hubo diferencias significativas en la mortalidad hospitalaria.

### Conclusión:

La aplicación preventiva de VNI postextubación se asocia con menor riesgo de desarrollar falla respiratoria y, por tanto, menor necesidad de reintubación y mortalidad.

La aplicación preventiva de VNI es beneficiosa para poblaciones seleccionadas de pacientes con alto riesgo de desarrollar falla respiratoria postextubación.

## **2. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure. A prospective, randomized controlled study.(22)**

Christophe Girault, Isabelle Daudenthun, Virginie Chevron, Fabienne Tamion, Jacques Leroy, Guy Bonmarchand.

Año: 1999

### Objetivo:

El objetivo del presente estudio es evaluar la utilidad de la VNI como una técnica sistemática de weaning y extubación para reducir la duración de la intubación orotraqueal (IOT) en pacientes con falla respiratoria aguda y weaning dificultoso, en comparación con el weaning convencional con ventilación mecánica invasiva en modo PSV.

### Método:

Este estudio randomizado prospectivo seleccionó pacientes admitidos en una unidad de terapia intensiva con veintidós camas por falla respiratoria con requerimiento inmediato de IOT y ARM en modos asistidos controlados.

Los pacientes fueron randomizados sólo cuando la prueba de ventilación espontánea de 2 horas en tubo en T había fallado.

No se incluyeron pacientes con IOT dificultosa, presencia de trastornos deglutorios, tos inefectiva, falta de cooperación e historial de reciente cirugía gastrointestinal.

La falla o éxito de la PRE de 2 horas en tubo en T era evaluada clínicamente y con gasometría arterial al final de la prueba. En caso de tolerancia satisfactoria, los pacientes eran extubados y se colocaba oxigenoterapia suplementaria. Aquellos pacientes que presentaron uno o más de los siguientes signos durante o al finalizar la prueba, se consideraron con weaning dificultoso: agitación, FR > 35/min, descenso de

la SpO<sub>2</sub> ≥ 5%, incrementos en la frecuencia cardíaca o presión arterial sistólica ≥ al 20% y una presión PaO<sub>2</sub> ≤ 8 kPa o pH ≤ 7,35.

En el grupo intervención, la extubación precedía con conexión inmediata a VNI.

La ventilación soporte en ambos grupos fue gradualmente descendida de acuerdo a la tolerancia clínica y hemodinámica y al control gasométrico.

La disminución del soporte ventilatorio se continuaba con extubación en el grupo control (VMI) y con la discontinuidad de la VNI en el otro.

La VNI se aplicó con máscara nasal o total face, en modo volumétrico o presométrico, dependiendo de la tolerancia del paciente. Se realizaron periodos intermitentes de VNI (2-4 horas) intercalados con periodos de ventilación espontánea con oxigenoterapia suplementaria (1-2 horas), éstas últimas fueron aumentándose gradualmente hasta alcanzar exclusivamente la utilización de VNI durante el periodo nocturno, seguido de la discontinuidad de VNI.

En el grupo control, el nivel de soporte fue gradualmente reducido de 3 a 5 cmH<sub>2</sub>O de acuerdo a la tolerancia clínica del paciente. La extubación se realizó cuando el nivel de soporte era ≤ 8 cmH<sub>2</sub>O.

El weaning exitoso en ambos grupos se definió como la ausencia de reintubación en los 5 días posteriores a la extubación.

#### Resultados:

Se incluyeron 53 pacientes que toleraron prueba de ventilación espontánea de 2 horas en tubo en T. 20 pacientes fueron extubados exitosamente en la primer PRE. Los 33 pacientes restantes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: grupo control con VMI (n=16) y grupo VNI (n=17).

Las probabilidades de reintubación fueron menores en el grupo VNI respecto al grupo control.

La tasa de éxito o falla de la extubación fue similar en ambos grupos. En contraste, la duración total del soporte ventilatorio fue mayor en el grupo VNI. No obstante, el tiempo diario de soporte ventilatorio fue considerablemente menor en el grupo VNI. Mayor porcentaje de paciente del grupo control (VMI) desarrollaron complicaciones relativas a la presencia de vía aérea artificial (tubo endotraqueal).

#### Conclusión:

La VNI utilizada tempranamente en la extubación, puede reducir la duración de la intubación orotraqueal (permite la extubación temprana), comparado con el weaning convencional con PSV en pacientes con weaning difícil.

El weaning con VNI reduce el periodo de ventilación diaria, pero no reduce la duración total del soporte ventilatorio comparado con el weaning convencional.

La VNI puede reducir las complicaciones asociadas al tubo endotraqueal, disminuyendo la duración de la intubación.

Los pacientes que más se beneficiaran del uso de VNI serán aquellos con falla respiratoria hipercápnica, dada la disminución de la hipoventilación alveolar con su utilización luego de la extubación.

### **3. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. A randomized multicenter trial.(23)**

Christophe Girault, Michael Bubenheim, Fekri Abroug, Jean Luc Diehl, et al.

Año: 2011

#### Objetivo:

Se realizó un estudio prospectivo multicéntrico randomizado para evaluar la efectividad de la VNI como una técnica de extubación temprana en pacientes con falla respiratoria hipercápnica crónica con weaning dificultoso. También se evaluó la VNI como rescate postextubación cuando se presentó falla respiratoria aguda.

#### Método:

En 13 unidades de cuidados intensivos, 208 pacientes con falla respiratoria hipercápnica crónica que fallaron en la primer prueba de ventilación espontánea, fueron randomizados en 3 grupos: weaning convencional invasivo (n=69), extubación con oxigenoterapia estándar (n=70), VNI (n=69).

El weaning convencional invasivo se llevó a cabo mediante una o más pruebas de ventilación espontánea en tubo en T durante el día, o PSV con o sin PEEP y un progresivo descenso del soporte hasta llegar a 7 cmH<sub>2</sub>O.

Para los grupos de oxigenoterapia convencional y VNI, la falla de la PRE fue seguida de un periodo de reconexión a ARM de 30 minutos, y posterior extubación.

La VNI se realizó durante 6 horas diarias, en principio continuas, y luego intercaladas con periodos de respiración espontánea con oxígeno suplementario. Se utilizó el modo ventilatorio PSV.

Para los tres grupos la decisión de reintubación se basaba en la presencia de un criterio mayor (paro cardiorrespiratorio, hipoxemia severa -PaFiO<sub>2</sub> < 130 mmHg-,

inestabilidad hemodinámica o arritmia severa) o dos criterios menores (agitación, taquipnea > 35/min, pH < 7,20).

Resultados:

Las tasas de reintubación fueron: 30% para weaning invasivo, 37% para oxigenoterapia y 32% para VNI. La tasa de falla respiratoria postextubación fueron 54%, 71% y 33%, respectivamente.

La VNI como rescate se utilizó en un 45% del grupo de weaning invasivo y un 58% del grupo de oxigenoterapia, y evitó la reintubación o muerte en el 52% de los casos.

La intubación duró 1,5 días más en el grupo de weaning invasivo respecto a los otros dos.

Conclusión:

Los resultados de weaning difieren significativamente entre grupos, favoreciendo la intervención con VNI cuando la falla respiratoria aguda postextubación ocurre.

La duración de la intubación fue más larga para el grupo de VMI.

La duración del soporte ventilatorio fue significativamente más largo para el grupo VNI.

En conclusión, la VNI utilizada como una técnica de weaning y extubación temprana en pacientes con weaning dificultoso por falla respiratoria hipercápnic crónica no redujo la incidencia de reintubación en los 7 días posteriores comparados con el weaning convencional invasivo y la extubación temprana con oxígeno suplementario.

No obstante, la VNI puede mejorar los resultados del weaning en estos pacientes acortando la duración de la intubación y reduciendo el riesgo de falla respiratoria aguda postextubación.

**4. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation.(24)**

Andrés Esteban, Fernando Frutos-Vivar, Niall Ferguson, Yaseen Arabi, et al.

Año: 2004

Objetivo:

Se realizó un estudio multicéntrico internacional para determinar si la VNI, comparada con la terapia médica estándar, reduciría la tasa de muerte en la unidad de cuidados intensivos en pacientes con falla respiratoria durante las primeras 48 horas postextubación.

Método:

Se incluyeron pacientes con riesgos de reintubación de unidades de cuidados intensivos de 37 instituciones en 8 países.

Los pacientes debían ser mayores de 18 años, haber requerido ventilación mecánica por más de 48 horas y haber sido extubados exitosamente luego de las pruebas de ventilación espontánea.

El proceso de weaning se consideró apropiado cuando los siguientes criterios se cumplían: la causa de base de la falla respiratoria se encontraba resuelta, el paciente se encontraba alerta y comunicativo, afebril ( $< 38^{\circ}\text{C}$ ), sin necesidad de drogas vasoactivas, con  $\text{PaO}_2 > 60$  mmHg con  $\text{FiO}_2 < 40\%$  y PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O.

El weaning se realizó a través de: una o múltiples pruebas de ventilación espontánea diarias con tubo en T, o utilizando presión soporte (5-8 cmH<sub>2</sub>O) por 120' y posterior reducción gradual de la misma (2 cmH<sub>2</sub>O cada 2 horas) hasta alcanzar un valor de 7 cmH<sub>2</sub>O.

Los pacientes que toleraban la ventilación espontánea eran extubados.

Luego de la extubación los pacientes fueron observados durante las 48 horas posteriores para detectar falla respiratoria, la cual se definió por la presencia de dos o más de los siguientes criterios: acidosis respiratoria ( $\text{pH} < 7.35$  con  $\text{PCO}_2 > 45$  mmHg), signos clínicos de fatiga muscular o aumento del esfuerzo respiratorio,  $\text{FR} > 25/\text{min}$  por 2 horas consecutivas e hipoxemia ( $\text{PaO}_2 < 80$  mmHg con  $\text{FiO}_2 > 50\%$ ).

Los pacientes que reunían dos o más de estos criterios se asignaron a dos grupos: terapia médica estándar (grupo control) y terapia con VNI.

Los pacientes asignados al grupo control recibieron oxigenoterapia suplementaria, terapia respiratoria y broncodilatadores. En caso de falla, los pacientes serían reintubados o asistidos con VNI. La aplicación de VNI se considerara un indicativo de falla de la terapia médica estándar.

Los pacientes asignados a la terapia con VNI recibieron la ventilación a través de una total face mask. El modo ventilatorio elegido fue presión soporte, seteado para conseguir un volumen tidal  $> 5$  ml/kg y una  $\text{FR} < 25/\text{min}$ . La  $\text{FiO}_2$  y PEEP se titularon para mantener una saturación arterial de oxígeno  $> 90\%$ . El seteo ventilatorio se ajustó subsecuentemente a la necesidad del paciente, buscando confort para el mismo. La VNI se utilizaba en forma continua por períodos de 4 horas. La decisión de discontinuar la terapia estaba a cargo de un fisioterapeuta especializado.

En ambos grupos, los pacientes se reintubarían si al cabo de una hora presentaban uno de los siguientes criterios: ausencia de mejoría en el pH o  $\text{PaCO}_2$ , cambios del

estado de conciencia, intolerancia a la VNI, SpO<sub>2</sub> < 85%, signos de fatiga muscular, hipotensión (TAS < 90 mmHg).

Resultado:

Un total de 221 pacientes se incluyeron en el estudio. 107 pacientes fueron asignados al grupo control (terapia medica estándar) y 114 fueron a terapia con VNI.

La mortalidad por todas las causas fue mayor en el grupo VNI respecto al grupo de terapia medica estándar (25% vs 14%).

No se hallaron diferencias significativas en la tasa de reintubación en ambos grupos.

No obstante, el intervalo entre el inicio de la falla respiratoria y la reintubación fue significativamente más largo en el grupo VNI (12 horas) respecto al grupo de terapia medica estándar (2 horas 30 minutos).

Conclusión:

Se concluyó que la VNI no previene la necesidad de reintubación en una población general de pacientes con falla respiratoria posterior a la extubación. No obstante, una población seleccionada, en centros especializados, podrían beneficiarse de esta terapia.

**5. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial.(25)**

Miquel Ferrer, Jacobo Sellarés, Mauricio Valencia, Andres Carrillo, Gumersindo Gonzalez, Joan Ramon Badia, Josep Maria Nicolas y Antoni Torres.

Año: 2009

Objetivo:

Demostrar que el uso temprano de VNI durante el periodo inicial postextubación puede prevenir la falla respiratoria y aumentar el porcentaje de supervivencia de pacientes con problemas respiratorios crónicos que desarrollan hipercápnia durante la respiración espontanea postextubación.

Método:

Se llevó a cabo un estudio controlado randomizado en unidades de cuidados intensivos. Se incluyeron pacientes con problemas respiratorios crónicos, intubados por más de 48 horas, que toleraron la prueba de respiración espontánea en tubo en T, con retención de dióxido de carbono ( PaCO<sub>2</sub> > 45 mmHg) en ventilación espontánea. Los criterios de exclusión fueron: trauma craneal o facial, cirugía gástrica o esofágica reciente, abundantes secreciones respiratorias, estado de conciencia alterado con

incapacidad de entender o ejecutar instrucciones, lesiones de vía aérea superior y decisión previa de limitación de los esfuerzos terapéuticos.

Los pacientes se colocaban en prueba de ventilación espontánea si cumplían los siguientes criterios: resolución de la causa base, corrección de la hipoxemia arterial ( $\text{PaCO}_2 > 60$  mmHg con una  $\text{FiO}_2 < 40\%$  y  $\text{PEEP} < 5$  cmH<sub>2</sub>O), afebril ( $< 38^\circ\text{C}$ ), concentración de hemoglobina de 70 g/l o más, estabilidad hemodinámica y estado de conciencia conservado.

Se definió la falla de PRE como la presencia y persistencia de uno de los siguientes criterios:  $\text{FR} > 35/\text{min}$ ,  $\text{SpO}_2 < 90\%$  con  $\text{FiO}_2 40\%$  o más,  $\text{FC} > 140/\text{min}$  o  $< 50/\text{min}$ , presión sistólica  $> 200$  mmHg o  $< 70$  mmHg, alteración del estado de conciencia, agitación o diaforesis, signos clínicos de fatiga muscular (uso de músculos accesorios, respiración paradójal o retracción de los espacios intercostales).

Si no presentaban signos de falla luego de 30-120' y la gasometría arrojaba una  $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg, el paciente se incluía en el estudio.

La VNI se utilizó inmediatamente luego de la extubación en forma continua con un modo presumétrico. El seteo de la presión inspiratoria se ajustó a la tolerancia del paciente y con la finalidad de conseguir una  $\text{FR} < 25/\text{min}$ . La PEEP se tituló en 5-6 cmH<sub>2</sub>O y la  $\text{FiO}_2$  se ajustó para conseguir una saturación de pulso  $> 92\%$ . Se utilizó una máscara facial.

La terapéutica se aplicó el mayor tiempo posible en las primeras 24 horas postextubación. Pasado de este tiempo, se discontinuó la VNI y los pacientes recibían oxigenoterapia convencional con máscara Venturi mientras fuese necesario.

Los pacientes asignados al grupo control recibieron oxigenoterapia convencional a través de máscara Venturi luego de la extubación. La  $\text{FiO}_2$  se ajustó para obtener una saturación de oxígeno  $> 92\%$ . Se administró el tiempo que fuese necesaria.

Se definió la falla respiratoria como la presencia y persistencia (al menos 30'), 72 horas luego de la extubación, de dos de los siguientes criterios: acidosis respiratoria ( $\text{pH} < 7.35$  con  $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg),  $\text{SpO}_2 < 90\%$  o  $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg con una  $\text{FiO}_2$  de 50% o más,  $\text{FR} > 35/\text{min}$ , alteración del estado de conciencia, agitación o diaforesis, signos clínicos de fatiga muscular o incremento del trabajo respiratorio (utilización de músculos accesorios, respiración paradójal o retracción).

Se procedió a la reintubación inmediata si alguno de los siguientes eventos ocurría: paro cardíaco o respiratorio, apneas o gasping, excitación psicomotriz, broncoaspiración masiva, manejo ineficaz de las secreciones respiratorias,  $\text{FC} < 50/\text{min}$  e inestabilidad hemodinámica con requerimiento de drogas vasoactivas.

Los pacientes de ambos grupos que presentaran criterios de falla respiratoria luego de la extubación, pero no criterios para reintubación inmediata recibirían terapia de rescate con VNI. Si al instaurar la terapia de rescate los pacientes presentaban desmejora en la gasometría arterial o taquipnea, el procedimiento no se prolongaría más de 4 horas y se procedería a la reintubación orotraqueal.

Resultados:

Se incluyeron 106 pacientes en el estudio, 54 de ellos fueron asignados al grupo VNI y 52 al grupo control.

La falla respiratoria postextubación fue menos frecuente a pacientes asignados al grupo VNI en comparación a aquellos asignados al grupo control (oxigenoterapia convencional).

En pacientes con falla respiratoria, la VNI como terapia de rescate abolió la reintubación en 17 de 27 pacientes (63%).

La VNI se asoció a menor riesgo de falla respiratoria postextubación.

La mortalidad dentro de los 90 días fue menor en el grupo VNI respecto al grupo control.

Conclusión:

En conclusión, el uso temprano de VNI luego de la extubación, disminuye el riesgo de falla respiratoria postextubación y reduce la mortalidad a los 90 días en pacientes con hipercapnia posterior a la PRE.

Este estudio confirma la efectividad de la VNI como estrategia para el manejo de pacientes con desordenes respiratorios crónicos.

**6. Extubation of patients with neuromuscular weakness.**

**A new management paradigm.(26)**

John Robert Bach, Miguel Goncalves, Irram Hamdani y Joao Carlos Winck.

Año: 2010

Objetivo:

Evaluar la utilidad de la terapia con VNI y asistencia mecánica de la tos para lograr el destete de la VMI de pacientes con enfermedades neuromusculares e historial de weaning dificultoso.

Método:

Se llevó a cabo un estudio que incluyó 157 pacientes dependientes de la ventilación mecánica invasiva, previamente incapaces de superar una prueba de ventilación espontánea o historial de falla de la extubación.

Estos pacientes se colocaron en PRE, cuando la saturación de oxígeno permanecía > 95% aire ambiente, se procedió a la extubación con switch a VNI y asistencia mecánica de la tos. Ambas intervenciones se utilizaron para obtener una saturación > 95%.

Se utilizaron interfaces orofaciales para las terapias aplicadas.

La VNI se utilizó con modo volumétrico mandatorio.

El éxito de la extubación se definió como el no requerimiento de reintubación durante la hospitalización.

#### Resultados:

Se incluyeron 157 pacientes con enfermedades neuromusculares que fueron intubados por falla respiratoria aguda y con historial de weaning dificultoso.

El primer intento de extubación tuvo un éxito del 95% (149 pacientes). Seis de los ocho pacientes restantes, se lograron extubar en intentos posteriores y sólo dos requirieron traqueostomía.

#### Conclusión:

La terapia con VNI y asistencia mecánica de la tos representan una terapia beneficiosa para lograr la desvinculación de la VMI en pacientes con enfermedades neuromusculares con historial de weaning dificultoso.

## **VII. Conclusión general:**

Luego de leer y analizar la bibliografía seleccionada, podemos concluir acerca de la utilización de VNI como estrategia de weaning:

- No reduce el tiempo del proceso de weaning comparada con otras terapéuticas.
- Disminuye el riesgo de falla respiratoria postextubación.
- Reduce la tasa de reintubación en poblaciones y patologías específicas, principalmente aquellas que cursan con hipoventilación alveolar y retención de CO<sub>2</sub>.
- Disminuye el tiempo de vía aérea artificial (tubo endotraqueal o cánula de traqueotomía), y por tanto, disminuye el riesgo de desarrollar complicaciones inherentes a las mismas (lesiones de vía aérea superior, infecciones, etc).
- Representa una herramienta útil ante la presencia falla respiratoria postextubación, por lo que merece la pena ser utilizada. No obstante, ante la ausencia de mejoría clínica y/o gasométrica durante la primera hora, la utilización de VNI no debe demorar la instauración de la ventilación mecánica convencional.
- Los pacientes hipercápnicos, con trastornos respiratorios crónicos, se ven particularmente beneficiados por esta terapia, dado que disminuye la incidencia de falla respiratoria por mejorar el intercambio gaseoso y dar descanso a los músculos respiratorios, evitando la fatiga de los mismos.

Por todo lo expuesto, podemos concluir que los pacientes con falla respiratoria hipercápnica secundaria a enfermedad neuromuscular, podrían obtener grandes beneficios de la utilización de VNI como estrategia de weaning. La misma conseguiría un destete temprano de la ventilación mecánica invasiva y la posibilidad de extubación

o decanulación, reduciendo los riesgos y comorbilidades asociadas a la presencia de vía aérea artificial.

Por otro lado, se conseguiría una gran descomplejización del paciente, lo que le otorga mayor libertad y comodidad para las actividades de la vida diaria. (27)

Cabe destacar que la mayoría de los estudios se han realizado en poblaciones generales, por lo que es necesario continuar investigando y profundizar acerca de las recomendaciones y beneficios de la aplicación de VNI en pacientes con enfermedades neuromusculares con falla respiratoria hipercápnica.

#### **VIII. Reporte de caso clínico:**

Paciente masculino de 54 años de edad, con antecedentes de hipertensión arterial, gastritis, extabaquista de jerarquía y cirugía bilateral de cadera.

Ingresa a centro de weaning y rehabilitación derivado del sanatorio para rehabilitación integral modalidad internación por cuadriparesia secundaria a polineuropatía en estudio.

Según epicrisis y relato del familiar, el paciente intercorre con deposiciones diarreicas en contexto de posoperatorio inmediato de artroplastía de cadera. Una semana después, presenta cuadro de parestesias palmoplantares, progresando el cuadro hasta la postración del paciente por severa debilidad proximal y distal en miembros superiores y debilidad distal en miembros inferiores. Hipoestesia en todas las modalidades sensitivas a nivel distal, con mayor compromiso de pies, arreflexia, sin signos piramidales.

Por continuar con progresión sintomática de más de dos meses de evolución y sospecha de autoinmunidad, realiza tratamiento con pulsos de meprednisona (3 días en internación). Por no presentar respuesta, se realiza gammaglobulina en forma ambulatoria. Al tercer día de tratamiento, presenta en su domicilio episodio de insuficiencia respiratoria, por lo que se interna de urgencia. Permanece en VNI por 72 horas y luego, por mala evolución, se procede a intubación orotraqueal y vinculación a asistencia mecánica respiratoria. Por weaning dificultoso, se realizó traqueostomía a los diez días.

#### **Evaluación inicial:**

Paciente vigil, lúcido, orientado en tiempo, espacio y persona.

Apertura ocular espontánea y al llamado, seguimiento con la mirada al examinador.

Responde órdenes complejas. Nomina y repite mediante gestos. Discurso coherente.

Glasgow 15/15.

Signos vitales conservados.

Permanece vinculado a ARM mediante cánula de traqueotomía ID 8 mm, con balón de neumotaponamiento y puerto de aspiración subglótica. Buena entrada bilateral de aire.

Moderadas secreciones bronquiales y moderado lago subglótico.

Medición de presiones musculares: PiMáx -20 cmH<sub>2</sub>O - PeMáx 20 cmH<sub>2</sub>O – PFT 50 l/m (no medible).

Abdomen blando, depresible, no doloroso, RHA positivos. Continente esfinteriano.

Gastrotomizado.

Presenta sonda vesical permanente a bolsa colectora.

Miembros superiores e inferiores hipotónicos. Completa todos los rangos articulares de movilidad pasiva. Movilidad activa y fuerza global 1/5 en los cuatro miembros.

Arreflexia.

#### Estudios complementarios:

*Electromiografía:* polineuropatía primaria axonal sensitivo-motora de los cuatro miembros, con mayor compromiso en miembros superiores.

*Espirometría:* patrón restrictivo severo. VEF1 0.01 l – CVF 0.03 l. Respuesta broncodilatadora no significativa.

*Ecocardiograma:* FEY 68%.

*TAC de tórax:* TEP arteria del segmento inferior, lóbulo de la língula.

#### Plan de tratamiento:

El tratamiento del paciente se dirigió a cuidados respiratorios generales, entrenamiento de músculos inspiratorios y desvinculación de la ventilación mecánica, todo a cargo de kinesiólogos capacitados en fisioterapia cardiorrespiratoria.

Los cuidados respiratorios generales consistieron en monitoreo exhaustivo de la ventilación mecánica, cuidados de la vía aérea artificial y manejo de las secreciones bronquiales.

El entrenamiento de fuerza de los músculos inspiratorios se llevó a cabo con un equipo de ventilación mecánica microprocesado en modo PC-CSV, modificando la sensibilidad del mismo para generar una carga umbral que represente el 30-50% del

valor de la PiMáx, realizando tres series de diez respiraciones cada una con 2' de pausa, cuatro veces al día.

Para lograr la desvinculación de la ventilación mecánica, el paciente comienza el protocolo de weaning de la institución, el cual consiste en pruebas de ventilación espontáneas (PRE) en tubo en T con oxigenoterapia suplementaria, intercalado con períodos de reconexión a ARM para descanso. Las mismas se progresan en tiempo de duración basándose en el estado del paciente hasta alcanzar la desvinculación completa de ARM. Primeramente, se realizan en horas del día para que el paciente pueda asistir a sus terapias, y luego, de ser posible, se progresa a horas nocturnas.

A su ingreso, el paciente permanece vinculado a ARM, modo PC-CMV con Pi 15 mmHg – PEEP 6 cmH<sub>2</sub>O – FiO<sub>2</sub> 30%, Ti 0.9", I:E 1:2, FR 20 rpm, trigger 2. El seteo ventilatorio se ajustó según necesidad, para que el VT se maneje dentro del rango adecuado por fórmula de peso ideal, la SpO<sub>2</sub> ≥ 92% y la FR no supere las 30 rpm. Al día siguiente, se comienza con pruebas de ventilación espontánea en tubo en T, con oxigenoterapia suplementaria mediante HME por cánula de traqueostomía. Las mismas se realizaban durante la mañana y la tarde.

El primer día realiza PRE de 45', la cual se suspende por signos de fatiga muscular (utilización de músculos accesorios). Se vincular a ARM para el descanso. Se repite el mismo procedimiento por la tarde.

Al 12° día, el tiempo de PRE ha progresado hasta alcanzar 12 horas diurnas continuas de desvinculación. Cumplidas las 12 horas, se toma una muestra arterial para evaluación gasométrica, la cual arroja: pH 7.42 - PCO<sub>2</sub> 41 mmHg – PO<sub>2</sub> 92 mmHg – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 26 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 97%. Las doce horas restantes, el paciente es vinculado a VMI para el descanso nocturno.

Al día 22° de internación, el tiempo de PRE ha progresado hasta alcanzar 24 horas de desvinculación de la ventilación mecánica, pasando así su primera noche sin asistencia ventilatoria. Se realiza nuevo estado ácido-base de control: pH 7.37 - PCO<sub>2</sub> 47 mmHg – PO<sub>2</sub> 82 mmHg – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 28 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 95%.

Al día 24° de internación, en horas de la mañana, el paciente se vincula nuevamente a ARM por presentar cefalea, letargo y discurso incoherente. Se toma un nuevo estado ácido-base, el cual deja en evidencia una retención marcada de dióxido de carbono,

adjudicando los signos y síntomas del paciente a la hipercapnia. pH 7.3 - PCO<sub>2</sub> 66 mmHg – PO<sub>2</sub> 102 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 35 mEq/l - EB 13 – SpO<sub>2</sub> 96%.

El 25° día de internación, el paciente permanece vinculado a ARM para su recuperación.

Al 26° día de internación, se retoma la PRE de 12 horas durante el día con 12 horas de reconexión a ARM para el descanso nocturno.

Se habla con su médico de referencia y se solicita equipo de ventilación mecánica domiciliario.

Al 36° día se progresa a PRE de 16 horas diurnas y reconexión nocturna de 8 horas.

Al 40° día de internación, el paciente recibe su equipo de ventilación mecánica domiciliario (Astral 150 – Resmed). Esa misma noche, el paciente se vincula al nuevo dispositivo con el mismo seteo que el equipo microprocesado. Al día siguiente, se realiza un estado ácido-base de control para evaluar tolerancia al nuevo ventilador: pH 7.44 - PCO<sub>2</sub> 42 mmHg – PO<sub>2</sub> 92 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 26 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 96%. La distribución de horas en PRE y soporte ventilatorio continuaron de la misma forma.

Al 45° día, consensuando con el equipo de fonoaudiología, se evalúa permeabilidad de la vía aérea superior. Para ello, se desinfló el balón de neumotaponamiento de la cánula de traqueotomía y se colocó tapón traqueal, sin requerimiento de oxígeno suplementario. A la auscultación, el paso de aire por vía aérea superior es limpio y seco. Se realizaron “Blue Dye Test” (BDT) en decúbito y sedestación durante tres días, todos con resultados negativos para macroaspiraciones de saliva. El paciente logró fonar y no hubo impacto clínico en la cantidad y calidad de secreciones bronquiales. EAB de control tras 16 horas con cánula ocluida: pH 7.40 - PCO<sub>2</sub> 45 mmHg – PO<sub>2</sub> 95 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 28 mEq/l - EB 6 – SpO<sub>2</sub> 97%.

Desde este momento, los períodos de prueba de ventilación espontánea (16 horas), el paciente permanecía con tapón traqueal y sin oxígeno suplementario. Para el descanso nocturno, se inflaba nuevamente el balón de neumotaponamiento y se vinculaba a ARM.

El servicio de kinesiología respiratoria plantea probar switch a VNI nocturna para alcanzar el total destete del paciente de la ventilación mecánica invasiva y poder retirar la cánula de traqueotomía. Se solicitó a su médico referente una interfaz para VNI.

Al 48° día, se prueba la ventilación a fuga (con balón de neumotaponamiento desinflado y conexión a ARM) para el descanso nocturno. El paciente sufrió gran irritación y odinofagia, por lo que esta intervención se descartó.

Al 62° día, el paciente recibe una máscara oronasal para VNI. Se setea el equipo en modo PC-CSV con PS 10 cmH<sub>2</sub>O, PEEP 6 cmH<sub>2</sub>O y Ti máximo 1.2". Para el descanso nocturno, el paciente permanece con balón de neumotaponamiento desinflado y tapón traqueal, y se coloca la interfaz oronasal.

Al día siguiente, se toma muestra arterial para control de gasometría: pH 7.4 - PCO<sub>2</sub> 41 mmHg – PO<sub>2</sub> 92 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 26 mEq/l - EB 3 – SpO<sub>2</sub> 98%.

El paciente refiere confort y buen descanso con la VNI.

Al 90° día, reevaluando las presiones musculares del paciente (PiMáx -40 cmH<sub>2</sub>O - PeMáx 40 cmH<sub>2</sub>O – PFT 150 l/m) y luego de pasar veintiocho noches con VNI, sin interurrencias respiratorias ni registros de hipercapnia y buen manejo de secreciones bronquiales, se procede a retirar la cánula de traqueotomía.

Pasados siete días de la decanulación, se toma un estado ácido-base de control: pH 7.39 - PCO<sub>2</sub> 41.9 mmHg – PO<sub>2</sub> 104 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 25.5 mEq/l - EB 0.6 – SpO<sub>2</sub> 97%.

El paciente permanece internado en el centro de rehabilitación, recibiendo distintas terapias para su recuperación funcional. La utilización de VNI continúa siendo únicamente para el descanso nocturno, durante 8 horas aproximadamente.

Veinte días luego de la decanulación, se prueba tolerancia a la desvinculación nocturna de la VNI. El paciente pasa la noche ventilando espontáneamente aire ambiente, sin asistencia mecánica. Al día siguiente, al despertar, se realiza estado ácido-base de control: pH 7.39 - PCO<sub>2</sub> 44 mmHg – PO<sub>2</sub> 90 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 27 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 96%.

Se continúa con esta conducta, evolucionando el paciente clínicamente estable, sin signos de hipercapnia ni interurrencia respiratoria. A las 72 horas, el paciente se considera destetado de la ventilación mecánica no invasiva. EAB: pH 7.41 - PCO<sub>2</sub> 44 mmHg – PO<sub>2</sub> 92 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 24 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 97%.

En días posteriores, se repiten pruebas de sangre arterial para evaluar gasometría y evolución del paciente:

A los 7 días: pH 7.43 - PCO<sub>2</sub> 46 mmHg – PO<sub>2</sub> 102 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 28 mEq/l - EB 1.3 – SpO<sub>2</sub> 98%.

A los 14 días: pH 7.34 - PCO<sub>2</sub> 42 mmHg – PO<sub>2</sub> 90 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 26 mEq/l - EB 2 – SpO<sub>2</sub> 96%.

A los 30 días: pH 7.42 - PCO<sub>2</sub> 38.2 mmHg – PO<sub>2</sub> 103mmHg – HCO<sub>3</sub> - 27 mEq/l - EB 1.6 – SpO<sub>2</sub> 99%.

A los 137 días de internación, el paciente recibe el alta institucional. Se retira a su domicilio, con plan de rehabilitación integral (kinesiología, terapia ocupacional, fonoaudiología y psicología) ambulatorio.

Previo al alta, se evaluó:

Presiones musculares: PiMáx - 50 cmH<sub>2</sub>O - PeMáx 44 cmH<sub>2</sub>O – PFT 210 l/m.

EAB: pH 7.34 - PCO<sub>2</sub> 42 mmHg – PO<sub>2</sub> 93 mmHg – HCO<sub>3</sub> - 26 mEq/l - EB 1.8 – SpO<sub>2</sub> 96%.

Actualmente, el paciente continúa con kinesiología motriz tres veces por semana. Ha obtenido el alta de fonoaudiología y terapia ocupacional. Se ha reincorporado a su actividad laboral previa.

No ha presentado interurrencias respiratorias a la fecha ni necesidad de soporte ventilatorio.

## **IX. Discusión:**

Las distintas fuentes y autores consultados han arrojado resultados contundentes en cuanto a la utilización de VNI como soporte durante el proceso de weaning. Si bien no se han encontrado resultados estadísticamente significativos en cuanto a la reducción del tiempo de weaning, sí constituye una herramienta muy útil para la prevención de la falla respiratoria postextubación en poblaciones y patologías específicas, principalmente aquellas que cursan con fallo de bomba muscular e hipercapnia. Se podría especular, entonces, que pacientes con estas patologías que han sido sometidos a ventilación mecánica invasiva y han mejorado de su deterioro inicial podrían ser manejados recibiendo apoyo ventilatorio con VNI sin necesidad de vía aérea artificial.

Los intentos fallidos de desconexión del respirador, con sus consecuencias desfavorables por desarrollo de fatiga muscular y/o de insuficiencia cardíaca, contribuyen al deterioro de la condición del paciente y a la persistencia de la dependencia al respirador. Además, aquellos pacientes que son extubados y requieren ser reintubados por fallo dentro de las siguientes 48-72 horas presentan peor evolución, mayor riesgo de neumonía asociada al respirador, mayores tiempos de estadía en la UCI y mayor mortalidad. Por tanto, resulta atractivo incluir la VNI como herramienta en la estrategia de weaning de estas poblaciones.

Cabe destacar que la bibliografía analizada se aboca a poblaciones heterogéneas con “falla respiratoria hipercápnic crónica”, dentro de las cuales se han incluido pacientes con diagnósticos de diversas enfermedades neuromusculares. Si bien la falla respiratoria hipercápnic suele ser común a todas estas entidades, resulta necesario

contemplar y analizar exhaustivamente cada caso en particular, adaptando la terapéutica y las herramientas disponibles al paciente y su individualidad.

El caso clínico aquí expuesto logró la desvinculación de la ventilación mecánica en un tiempo mucho mayor al descrito en la literatura. En parte, podemos adjudicar este hecho a que se trata de un paciente que cursó una internación prolongada en UCI, adquiriendo gran debilidad, por lo que requirió continuar su evolución en un centro especializado en rehabilitación y weaning. Además, durante la experiencia descrita en este trabajo se han presentado ciertos obstáculos y limitaciones.

Primeramente, la falta de disponibilidad de recursos en la institución. El hecho de no contar con equipos de VNI e interfaces como recurso habitual, prolongó los tiempos de ventilación mecánica. Se realizó el pedido de equipo e interfaz para VNI a la obra social del paciente, lo cual generó demoras y un retraso en la progresión del tratamiento.

Por otro lado, la falta de personal médico especializado en el área de cuidados respiratorios dificultó la instauración de conductas sugeridas por el servicio de kinesiólogía respiratoria, lo cual también extendió los tiempos de weaning y desvinculación definitiva del paciente de la ventilación mecánica invasiva.

Sopesando los resultados, la ventilación mecánica no invasiva constituye una valiosa herramienta como estrategia de weaning en pacientes con falla respiratoria hipercápnica secundaria a enfermedad neuromuscular. Para su óptima utilización y mayor aprovechamiento, es necesario disponer de equipamientos adecuados y variedad de interfaces para su implementación, en un ambiente con un adecuado nivel de vigilancia, y contar con kinesiólogos capacitados y experimentados en el área de cuidados respiratorios y utilización de VNI, quienes aseguren un cuidados monitoreo clínico y gasométrico del paciente, con una actitud alerta para detectar la presencia de criterios de fracaso de la VNI e instaurar la ventilación mecánica invasiva sin demoras a fin de evitar complicaciones que pueden contribuir a la mortalidad.

## **X. Conclusión:**

La desvinculación de la ventilación mecánica invasiva (VMI) con switch a ventilación mecánica no invasiva (VNI) debe considerarse como una estrategia terapéutica en aquellos pacientes con historial de fallas en pruebas de ventilación espontánea por retención de dióxido de carbono (hipercapnia) secundaria a debilidad muscular.

La implementación de VNI en el proceso de weaning en paciente neuromusculares reduce significativamente el tiempo de VMI, y posibilita una pronta decanulación del paciente, reduciendo los potenciales riesgos inherentes a la vía aérea artificial.

También simplifica la reinserción del paciente en actividades de la vida diaria.

Para optimizar este proceso, es necesario contar con protocolos de implementación y seguimiento del paciente.

Es de suma importancia contar con un servicio de kinesiología especializado para un monitoreo y seguimiento exhaustivo del paciente y la pronta toma de decisiones en base su estado, para no prolongar innecesariamente la VMI ni demorar la suspensión de la VNI en caso de que esta terapéutica falle.

## **XI. Bibliografía:**

1. Comité de Neumonología, Grupo de trabajo de Kinesiología, Grupo de trabajo de, Discapacidad, Comité de Gastroenterología, Comité de Nutrición, Sociedad Argentina, de Pediatría. Consenso de cuidados respiratorios en enfermedades neuromusculares en niños [Internet]. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/consenso-de-cuidados-respiratorios-en-enfermedades-neuromusculares-en-ni-ntildeos-2014.pdf>
2. Boitano LJ. Management of airway clearance in neuromuscular disease. *Respir Care*. agosto de 2006;51(8):913-22; discussion 922-924.
3. Dhand UK. Clinical approach to the weak patient in the intensive care unit. *Respir Care*. septiembre de 2006;51(9):1024-40; discussion 1040-1041.
4. P M, L S, R V. Neuromuscular diseases: Diagnosis and management. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* [Internet]. febrero de 2018 [citado 29 de abril de 2023];104(1S). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29196274/>
5. Mehta S. Neuromuscular disease causing acute respiratory failure. *Respir Care*. septiembre de 2006;51(9):1016-21; discussion 1021-1023.
6. Spitzer AR, Giancarlo T, Maher L, Awerbuch G, Bowles A. Neuromuscular causes of prolonged ventilator dependency. *Muscle Nerve*. junio de 1992;15(6):682-6.
7. Mediano O, González Mangado N, Montserrat JM, Alonso-Álvarez ML, Almendros I, Alonso-Fernández A, et al. International Consensus Document on Obstructive Sleep Apnea. *Arch Bronconeumol*. enero de 2022;58(1):52-68.

8. Pinto ACPN, Rocha A, Pachito DV, Drager LF, Lorenzi-Filho G. Non-invasive positive pressure ventilation for central sleep apnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 24 de octubre de 2022;10(10):CD012889.
9. Iannella G, Magliulo G, Greco A, de Vincentiis M, Ralli M, Maniaci A, et al. Obstructive Sleep Apnea Syndrome: From Symptoms to Treatment. *Int J Environ Res Public Health*. 21 de febrero de 2022;19(4):2459.
10. McNicholas WT, Hansson D, Schiza S, Grote L. Sleep in chronic respiratory disease: COPD and hypoventilation disorders. *Eur Respir Rev Off J Eur Respir Soc*. 30 de septiembre de 2019;28(153):190064.
11. Plotnikow G, Lasdica S. Ventilación mecánica no invasiva. En: *Ventilación Mecánica*. 3°. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2018. p. 155-68.
12. MacIntyre NR. Physiologic Effects of Noninvasive Ventilation. *Respir Care*. junio de 2019;64(6):617-28.
13. Maquilón O C, Castillo S, Montiel G, Ferrero R GN, Toledo A, Siroti C. IV. Ventilación no invasiva en pacientes con enfermedades neuromusculares. *Rev Chil Enfermedades Respir*. 2008;24(3):192-8.
14. Burns KEA, Adhikari NKJ, Keenan SP, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. *BMJ*. 21 de mayo de 2009;338:b1574.
15. Bach JR. Noninvasive Respiratory Management of Patients With Neuromuscular Disease. *Ann Rehabil Med*. agosto de 2017;41(4):519-38.
16. Tzeng AC, Bach JR. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. *Chest*. noviembre de 2000;118(5):1390-6.
17. Villarejo F, Ríos F, Roger RLM, Apezteguia C. VNI en el proceso de discontinuación de la ventilación mecánica. 24. 2007;(1):20-8.
18. Graustein A, Carmona H, Benditt JO. Noninvasive respiratory assistance as aid for respiratory care in neuromuscular disorders. *Front Rehabil Sci*. 2023;4:1152043.

19. Walsh LJ, Deasy KF, Gomez F, O'Sullivan E, Eustace J, Ryan AM, et al. Use of non-invasive ventilation in motor neuron disease - a retrospective cohort analysis. *Chron Respir Dis*. 2021;18:14799731211063886.
20. Windisch W, Dellweg D, Geiseler J, Westhoff M, Pfeifer M, Suchi S, et al. Prolonged Weaning from Mechanical Ventilation. *Dtsch Arzteblatt Int*. 20 de marzo de 2020;117(12):197-204.
21. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. noviembre de 2005;33(11):2465-70.
22. Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med*. julio de 1999;160(1):86-92.
23. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Diehl JL, Elatrous S, Beuret P, et al. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de septiembre de 2011;184(6):672-9.
24. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 10 de junio de 2004;350(24):2452-60.
25. Ferrer M, Sellarés J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl*. 26 de septiembre de 2009;374(9695):1082-8.
26. Bach JR, Gonçalves MR, Hamdani I, Winck JC. Extubation of patients with neuromuscular weakness: a new management paradigm. *Chest*. mayo de 2010;137(5):1033-9.
27. Annunziata A, Calabrese C, Simioli F, Coppola A, Pierucci P, Mariniello DF, et al. Psychological Factors Influencing Adherence to NIV in Neuromuscular Patients

Dependent on Non Invasive Mechanical Ventilation: Preliminary Results. J Clin Med.  
9 de septiembre de 2023;12(18):5866.