

# MANTENIMIENTO DE LA VENTILACIÓN POR ESTIMULACIÓN DEL NERVIIO FRÉNICO DURANTE EL DESTETE COMPARADO CON EL DE VENTILACION MECÁNICA POR PRESIÓN POSITIVA: COMPLICACIONES Y VENTAJAS RESPECTIVAS.

Evangelina Rodríguez<sup>1</sup>, Andy Hoffer<sup>2</sup> Isabel Morales<sup>3</sup>, Andrea Mattiozzi<sup>3</sup> y Franco Simini<sup>3</sup>

*<sup>1</sup>Estudiante del XXX Seminario de Ingeniería Biomédica 2021.*

*<sup>2</sup>Conferencista del Seminario del día 19/05/2021 de título “Ventilación mantenida por estimulación transvascular de los nervios frénicos, SFU Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canadá.*

*<sup>3</sup>Docentes del XXX Seminario de Ingeniería Biomédica 2021.*

---

**Abstract—** Description of the method and a comparison of the possible complications of a weaning from traditional mechanical ventilation and ventilation by stimulation of the phrenic nerve.

---

**Resumen—** Descripción del método y una comparación de las posibles complicaciones de un destete a partir de la tradicional ventilación mecánica y la ventilación por estimulación del nervio frénico.

---

## INTRODUCCIÓN

El sistema respiratorio opone una resistencia a la ventilación constituida por un componente resistivo (vías aéreas) y otro elástico (pulmones, y pared torácica). Estas resistencias constituyen las propiedades mecánicas de los pulmones, que determinan la capacidad de expansión y retracción del sistema respiratorio. [1]

El principal músculo para que ocurra la respiración, es el DIAFRAGMA; el mismo se contrae de manera rítmica y continua durante la inspiración. Provocando la expansión de la cavidad torácica facilitando la entrada de aire a los pulmones mediante la traquea. [2]



Fig. 1 Diafragma [3]

En casos donde se padezca de insuficiencia respiratoria se aplica la VENTILACIÓN MECÁNICA. Dicho proceso es un tratamiento de soporte vital, llevado a cabo mediante una máquina que suministra soporte ventilatorio y oxigenatorio, facilitando el intercambio gaseoso y el trabajo respiratorio. Los ventiladores mecánicos pueden trabajar por presión negativa o al inverso por presión positiva, mediante maniobras invasivas o no invasivas. [4]

Los equipos que trabajan por presión negativa exponen a la superficie torácica a una presión subatmosférica durante la inspiración; provocando la expansión del tórax facilitando así el trabajo respiratorio. [4]



Fig. 2 Tanque o “pulmón de acero” Jhon Dalziel, (1832) [4]  
Primer ventilador a presión negativa

Los equipos que trabajan por presión positiva producen un gradiente de presión transtorácica; generando un flujo de aire hacia el interior de las vías respiratorias, provocando de esta manera la inspiración. [4]



Fig. 3 Presión positiva por fuelles. Ibsen (1952) [4]  
Gold estándar desde entonces para respiración asistida.

En el año 2006 Andy Hoffer impulsado tras la internación y más tarde pérdida de su madre; a causa de neumonía asociada a la ventilación mecánica invasiva, comenzó una extensa investigación sobre la estimulación del diafragma mediante los nervios frénicos (presión negativa), por métodos transcutáneos. La vía por la cual se llevó a cabo la estimulación del diafragma fue el catéter intravenoso con electrodos de estimulación. Este enfoque es mínimamente invasivo. [5] [6]

## I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recabó información del sitio Atrotech, Avery Biomedical Devices, artículos del sitio Frank's hospital Workshop con las palabras claves “Maquet servo-i”, “Puritan Bennett 840”. Se seleccionaron publicaciones en inglés 2014-2019. Finalmente se analizaron 6 artículos.

## II. DESARROLLO

Es de conocimiento que todo paciente internado en estado crítico, que se encuentre asistido por ventilación mecánica al momento del destete, [7], [8] presente daños que no permitan la interrupción de la ventilación, debiendo reanudar el proceso, presentando complicaciones graves. [2]

Para lograr un destete exitoso, es necesario el estado óptimo del diafragma, para este poder cumplir con autonomía su función. Para que esto sea posible es de vital importancia la presión negativa por estimulación de nervios frénicos que tiene como objetivo eliminar los efectos negativos que produce la ventilación artificial.

La estimulación se lleva a cabo mediante un catéter transvenoso dirigido al corazón, con durabilidad de 30 días. Permite el ingreso de fluidos y a su vez por la presencia de sus 18 electrodos se estimulan los nervios frénicos. Este proceso tiene efectos positivos en el diafragma, fortaleciéndolo, evitando la parálisis del mismo.

Con esta nueva forma se obtienen resultados beneficiosos entre ellos la reducción de las infecciones nosocomiales (en especial la neumonía), acelerar el destete liberando a los pacientes de la ventilación mecánica, fortalecer un diafragma ya debilitado por el esfuerzo respiratorio, reducir las tasas de mortalidad y/o mejorar la calidad de vida de los supervivientes.

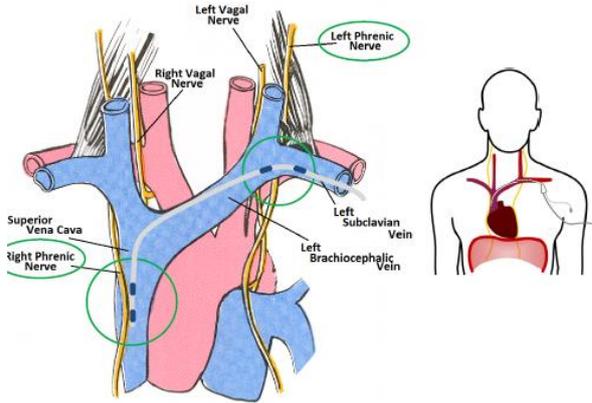


Fig. 4 Catéter intravenoso con electrodos de estimulación. Andy Hoffer (2007) [9]  
 Aparatos y métodos de estimulación nerviosa transvascular.

En la **Tabla I** se aprecian las diferencias entre el método A que corresponde a la ventilación mecánica por presión positiva y el Método B correspondiente con la ventilación estimulada por nervios frénicos. [6][2][9]

**TABLA I**  
 COMPARACIÓN DEL MÉTODO A CON EL MÉTODO B.

	<b>METODO A</b>	<b>METODO B</b>
Función	Produce un flujo por determinado tiempo, que genera una presión que vence las resistencias al flujo y las propiedades elásticas del sistema respiratorio.	Durante la inspiración genera una presión negativa en el espacio hermético e impulsa la pared del tórax hacia fuera. Durante la espiración ocurre de forma pasiva por retroceso elástico del pulmón.
Invasivo/No invasivo	Se aplica a través de una mascarilla facial o nasal, sonda endotraqueal.	No requieren colocación de un tubo endotraqueal ni la traqueotomía.
Efectos Adversos	Barotrauma, volutrauma, atelectrauma, biotrauma.	Disminución de la presión intratorácica, reflujo gastroesofágico, aumento del volumen urinario.
Complicaciones	Atrofia diafragmática, Neumonía, Atelectasias.	Lesiones dérmicas, deformidades torácicas.

Analizamos las diferencias y beneficios expuestos en la tabla, utilizando toda la información recabada. Con respecto a la ventilación positiva:

- El mecanismo de la ventilación a presión positiva se basa en la utilización de la presión para aportar oxígeno a los pulmones del paciente.
- Este proceso reduce el trabajo respiratorio y favorece el intercambio gaseoso.
- Se realiza a través de mascarillas faciales o traqueotomía

Para la ventilación negativa, estimulación del nervio frénico por Andy Hoffer:

- Los ventiladores de presión negativa producen una ventilación similar a la respiración espontánea. Se aplican externamente y disminuyen la presión atmosférica alrededor del paciente para iniciar una respiración.
- Investiga la estimulación por catéter intravenoso con electrodos de estimulación, este enfoque de estimulación nerviosa mínimamente invasiva para la activación del diafragma en pacientes ventilados, usando un nervio frénico transvenoso (catéter de marcapasos).
- Es una factible terapia segura para estimular nervios frénicos e inducir contracciones diafragmáticas y fortalecer este músculo debilitado para ayudar a dejar el ventilador.
- Mostraron beneficios que algunos de ellos son, prevenir o tratar la atrofia del diafragma en desuso, minimizar la exposición a la ventilación mecánicas, mejora la capacidad para dejar la ventilación mecánica, entre otros.

En el curso de su investigación la prueba piloto de viabilidad de la FDA - RESCATE 1 comprueba que el sistema de neuroestimulación diafragmática transvenosa, es una factible terapia segura para estimular los nervios frénicos e inducir contracciones diafragmáticas [9]. Este modelo de rescate permite evaluar la fuerza del diafragma atrofiado. Sería ideal la posibilidad de conectar al paciente a la ventilación mecánica en sincronía con los catéteres con estimulación de nervios frénicos. Evitando con este último método la atrofia diafragmática. El 14 de abril, 2020 la FDA autoriza su permiso de emergencia en pacientes COVID y no COVID con complicaciones. En la actualidad es utilizado en EEUU, en más de 20 hospitales.

#### IV CONCLUSIONES

Existe actualmente el método de marcapaso pulmonar con gran eficacia en la medicina intensiva. Favoreciendo la funcionalidad de los pulmones posteriormente al uso de ventilación mecánica. **Se prioriza** los beneficios centrales tales como reducción de complicaciones por infecciones nosocomiales, y sobre la reducción de la tasa de mortalidad. El futuro en la medicina tendrá grandes aplicaciones en el ámbito de pacientes con insuficiencia respiratoria severa y se espera prescindir de los ventiladores mecánicos.

#### REFERENCIAS

- [1] A. T. Society, «Ventilación mecánica», vol. 172, 2013.
- [2] R. Uña Orejón, P. Ureta Tolsada, S. Uña Orejón, E. Maseda Garrido, y A. Criado Jiménez, «Ventilación mecánica no invasiva.», *Revista española de anestesiología y reanimación*, vol. 52, n.º 2. Rev Esp Anestesiología y Reanimación, pp. 88-100, feb. 2005, doi: 10.1016/s0300-2896(15)31129-7.
- [3] I. Gaseoso, «Aparato respiratorio», *FMC Form. Médica Contin. en Aten. Primaria*, vol. 14, n.º SPEC. ISS. 2, pp. 7-9, 2007, doi: 10.1001/archinte.1937.00170170179012.
- [4] L. M. Casabona I, Santos R, «Historia y evolución de la ventilación mecánica», *Editor. Médica Panamericana*, pp. 3-10, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://fcsalud.ua.es/es/portal-de-investigacion/documentos/monografias-libros-y-capitulos-2016/historia-y-evolucion-de-la-ventilacion-mecanica.pdf>.
- [5] «Estimulación del nervio frénico | Atrotech». <http://www.atrotech.com/pns/pns> (accedido jun. 07, 2021).
- [6] S. Cano Gómez, «EFECTO DE LA VENTILACIÓN CON PRESION NEGATIVA EN PACIENTES CON EPOC», 1993.
- [7] Maquet, «SERVO-i Ventilator System – Service Manual», 2012.
- [8] P. Bennett, «840 Ventilator System Operator's and Technical Reference Manual», n.º 4, p. 428, 2006.
- [9] J. A. Hoffer, D. Ph, y B. Columbia, «Ventilación mantenida por estimulación transvascular de los nervios frénicos . Simon Fraser University», 2021.