

Estimulación diafragmática como facilitador para el destete de la ventilación mecánica en pediatría

Revisión bibliográfica

Karin Kalijmann¹, Andres Hoffer², Natalia Garay³ y Franco Simini⁴

¹Estudiante del XXXII Seminario de Ingeniería Biomédica 2023.

²Conferencista del Seminario del día 28 de marzo 2023 de título “Innovaciones en métodos para rescatar, reanimar o reemplazar músculos: 50 años de investigación y transferencia tecnológica a la industria.

^{3y4}Docentes del XXXII Seminario de Ingeniería Biomédica 2023.

Resumen: La ventilación mecánica es un recurso terapéutico de soporte vital, sin embargo su uso prolongado puede afectar el tono diafragmático y en consecuencia, la capacidad ventilatoria del paciente. Con el objetivo de mantener el tono diafragmático durante la ventilación mecánica, el ingeniero uruguayo Andres Hoffer ha desarrollado el dispositivo “LungPacer”. Esta revisión bibliográfica tiene como propósito, evaluar la necesidad de dispositivos como LungPacer en las unidades de cuidados intensivos pediátricos.

Palabras clave— Ventilación mecánica, Disfunción diafragmática, Destete, Extubación, LungPacer.

La ventilación mecánica (VM) es una herramienta que busca sustituir, de forma temporal, la función respiratoria mientras se restablece el balance entre la demanda ventilatoria y la capacidad del paciente para sostenerla [1].

Aunque el desarrollo de la VM significa un avance tecnológico en el campo de la medicina, su uso prolongado acaba teniendo repercusión a nivel muscular, principalmente sobre el diafragma. Las consecuencias son en general proporcionales a los tiempos de intubación [2]. Por lo antedicho, debe ser una prioridad el destete precoz del paciente una vez la fase aguda de la enfermedad haya culminado.

Las complicaciones vinculadas al uso de VM en adultos son bien conocidas, sin embargo, existe escasa bibliografía en cuanto a la utilización a nivel pediátrico. Considerando las diferencias anatómicas y fisiológicas entre niños y adultos, esta monografía plantea investigar las complicaciones asociadas al destete, la severidad de las mismas y la posible aplicación del dispositivo LungPacer como prevención en pediatría.

Ventilación mecánica y sus efectos adversos

Según estudios, hasta un 60% de los pacientes que requirieron VM padecen debilidad y disfunción diafragmática inducida por ventilador (DDIV) [3] asociado a un adelgazamiento considerable del diafragma en los primeros 3 a 4 días [2]. Investigaciones basadas en estudios ecográficos han demostrado que la disminución en la actividad contráctil del diafragma durante la VM genera atrofia muscular llamada “atrofia por desuso” la cual se manifiesta antes que en otros músculos [4].

El proceso mediante el cual el paciente transita de la VM a la respiración espontánea varía en cada caso y comprende múltiples etapas intermedias. El proceso de "destete" puede ser considerado como la etapa en la cual se reduce gradualmente la presión positiva aplicada, mientras el paciente comienza a generar de forma progresiva la energía necesaria para llevar a cabo un intercambio gaseoso eficiente [5].

Según la literatura, el 40% de los pacientes adultos experimentan dificultades al momento del destete, lo que no solo prolonga su estadía en el CTI, sino que aumenta los riesgos de padecer complicaciones infecciosas intrahospitalarias. En estudios recientes, se evidencia que los pacientes que padecen dificultades en el destete, incrementan la mortalidad en un 12,1% [6]. Véase figura 1.

Como fue mencionado previamente, la VM puede generar disfunción diafragmática, lo que podría provocar complicaciones asociadas a la extubación. En consecuencia, se han realizado diversos estudios para evaluar la estimulación del nervio frénico como estrategia para mantener la actividad muscular durante la VM. Esta técnica ha demostrado ser efectiva, lo que sugiere su potencial uso como forma de disminuir el riesgo de las complicaciones antes mencionadas.

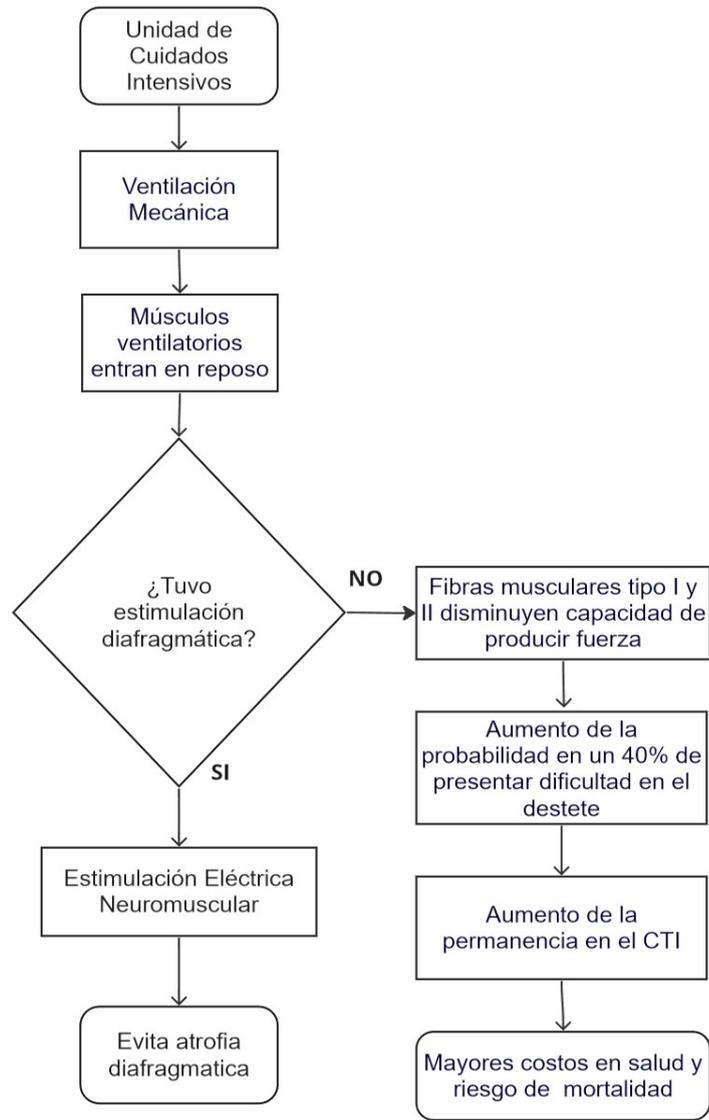


Figura 1. Extraído del artículo: Electroestimulación diafragmática en el paciente con difícil weaning de la ventilación mecánica invasiva. Revisión bibliográfica. [6]

Dispositivo LungPacer

El dispositivo "LungPacer" fue creado por el ingeniero uruguayo Andrés Hoffer con el objetivo de implementar la estimulación diafragmática transvenosa. Considerando que todos los pacientes sometidos a VM requieren de un catéter intravenoso para la administración de fármacos, la utilización de un catéter con electrodos para la estimulación del nervio frénico (Lungpacer), se presenta como una idea innovadora mínimamente invasiva [7]. La colocación de LungPacer es un procedimiento sencillo que se realiza a través de la vena subclavia izquierda, con la misma técnica utilizada para la colocación del catéter tradicional. El nervio frénico izquierdo es estimulado al entrar en el tórax por detrás de la vena subclavia, mientras que el nervio frénico derecho se estimula por contacto a derecha a nivel de la vena cava superior [8]. Véase Figura 2.

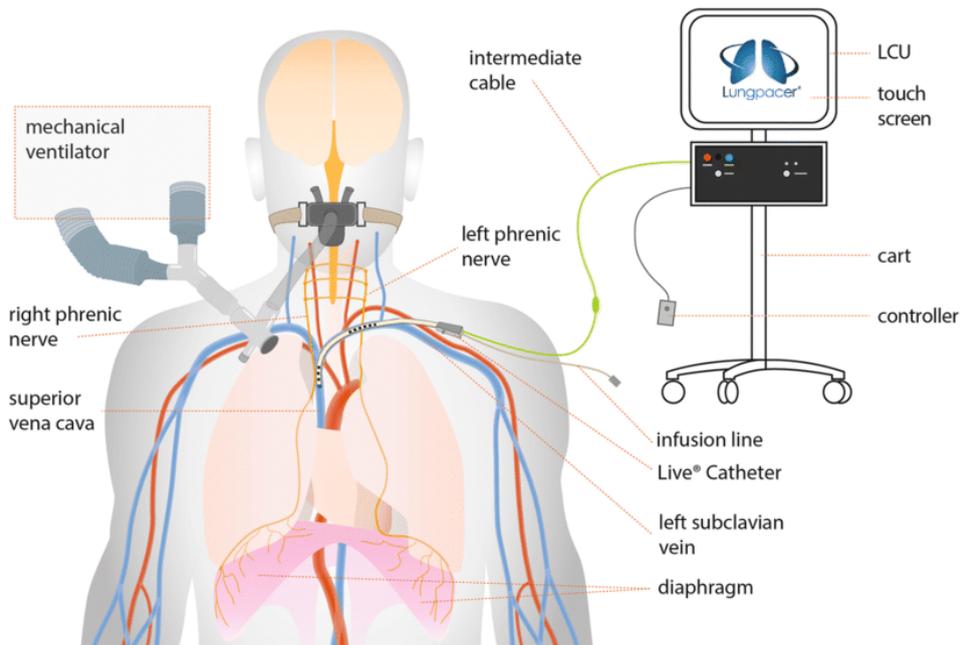


Figura 2. Representación esquemática de LungPacer. Realizado por la unidad de control LCU LungPacer. Crédito al Sr. Jean Allard.

En 2017 un estudio realizado en 24 pacientes sedados, bajo VM y con el dispositivo LungPacer, demostró que la estimulación transvenosa activó el diafragma a través del nervio frénico izquierdo en un 96% de casos y a través del nervio frénico derecho en un 87%. No se registraron eventos adversos inmediatamente después de la estimulación, ni en los controles durante las 2 semanas posteriores [9].

Otro estudio multicéntrico, aleatorizado, controlado y abierto fue realizado para evaluar la eficacia y seguridad de LungPacer. El mismo abarcó pacientes mayores de 18 años, con VM por 4 días o más y con 2 intentos de destete fallidos previos. El resultado indicó que los sujetos aleatorizados al tratamiento (LungPacer) en comparación al grupo control, mostraron una proporción mayor de destetes exitosos estadísticamente significativa (reduciendo la necesidad de ventilador en 1.4 días); siendo la tasa de eventos adversos graves la misma entre ambos grupos, sin efectos adversos imprevistos del dispositivo [10].

Diferencias en el destete en pediatría

Hasta el momento, el proceso de destete ha sido poco estudiado en pediatría. Esta falta de investigación podría ser atribuida al hecho de que la mayoría de los niños no necesitan extensos períodos de VM y que la tasa de fallas en la extubación es baja, variando entre el 2 y el 20% [5].

Para determinar el momento adecuado del inicio del destete, el Hospital Pereira Rossell dispone de un protocolo que considera entre otros los siguientes criterios: VM estable en las últimas 6-12 horas, estabilidad hemodinámica, sedación mínima y superar la prueba de ventilación espontánea (prueba que se realiza cambiando la modalidad del ventilador). Si el paciente satisface los criterios antes mencionados, se procede con la prueba de extubación (conocida por sus siglas en inglés ERT), la cual

recaba información adicional relevante para predecir posibles fallas en la extubación. En el caso de no superar esta prueba, se vuelve a las condiciones de ventilación previas y se repite el ERT de forma diaria.

En pediatría, no todos los pacientes requieren del proceso de destete. Según un estudio prospectivo multicéntrico que recoge datos de 10 unidades de cuidados intensivos pediátricos, los pacientes pueden tener extubaciones exitosas una vez la causa de la intubación se haya resuelto. De los 313 pacientes considerados en el estudio, 131 (42%) superaron el ERT y fueron extubados sin la necesidad de un proceso de destete [11].

Sin embargo, el diafragma de adultos y lactantes presenta diferencias significativas en la proporción relativa de las fibras tipo I y II (siendo las resistentes a la fatiga (tipo I) del orden del 25% en lactantes respecto al 55% en adultos) [12], lo que podría implicar una dificultad mayor en el proceso de destete pediátrico.

Se llevaron a cabo entrevistas con médicos de diversos centros hospitalarios del Uruguay con el objetivo de obtener información estadística acerca de las dificultades en el proceso de destete pediátrico. A partir de las mismas, se llegó a la conclusión que de los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos: el 40% requiere VM, de estos un 25% necesita intubación prolongadas (mayor a 9 días, generalmente asociadas a problemas respiratorios y causas neurológicas) y de este último grupo un 4% presenta complicaciones asociadas al destete, que generalmente acaban con la necesidad de realizar una traqueotomía. No se encontró evidencia de una franja etaria con mayor predisposición a complicaciones asociadas al destete (los CTI pediátricos no incluyen a los menores de 1 mes). El tiempo necesario para completar el proceso de destete se estima en aproximadamente 3 días.

Conclusiones

La ventilación mecánica es una herramienta de soporte vital imprescindible en la unidad de cuidados intensivos y LungPacer ha demostrado en adultos, ser un dispositivo que disminuye los casos de DDIV. Sin embargo, con la información disponible, las dificultades asociadas al destete en pediatría no son, por lo menos en general, una situación prevalente.

Discusión

Dado la limitada literatura disponible sobre DDIV en pediatría, surge la necesidad de llevar a cabo estudios que proporcionen más información sobre esta temática. En primer lugar, se plantea la realización de un estudio imagenológico comparativo del grosor del diafragma en pacientes pediátricos con intubaciones prolongadas y no prolongadas. En segundo lugar, un ensayo clínico aleatorizado en pacientes pediátricos con patologías que presentan una alta probabilidad de necesidad de intubación prolongada. Este estudio comparará el uso del dispositivo LungPacer con un grupo de control, permitiendo evaluar la eficacia del dispositivo en la reducción del tiempo de destete y en la prevención de complicaciones asociadas a dicho proceso.

Referencias

- [1] L. Santana-Cabreraa, R. Lorenzo-Torrent, M. Sánchez-Palacios, J. Martín Santana and J. Hernández Hernández, "Pronóstico de los pacientes médicos según la duración de su estancia en la unidad de cuidados intensivos," *Medicina Intensiva. Hospital Universitario Insular de Gran Canaria.*, 2014.
- [2] D. López Schmidt, "Problemas y rehabilitación después de la ventilación mecánica". facultad de ciencias., " Universosas catolica de valparaiso, Facultad de ciencias.
- [3] L. Damiani, Y. Jalil and S. Dubo, "Disfunción Diafragmática en Ventilación Mecánica: Evaluación e Implicancias Clínicas," *Kinesiología*, vol. Vol. 39, no. 2, p. 89–99, 2020.
- [4] C. d. T. Contreras, "Ventilación mecánica de protección pulmonar y diafragmática en terapia intensiva," *Medicina Crítica*, vol. 37, no. 2, p. 122–133, 2023.
- [5] J. van Dijk , . R. GT Blokpoel, S. Abu-Sultaneh, . C. JL Newth, R. G. Khemani and M. CJ Kneyber, "Clinical Challenges in Pediatric Ventilation Liberation: A Meta-Narrative Review," *Pediatric Crit. Care Medicine*, 2022.
- [6] B. Acuña, A. K. Katherine, S. Roncancio and C. Andrea, "Electroestimulación diafragmática en el paciente con difícil weaning de la ventilación mecánica invasiva. revisión bibliográfica.," *Ibero. Facultad de ciencias de la Salud*, Julio 2020.
- [7] J. Kit-Sum Tang and J. Andres Hoffer, "TRANSVASCULAR ELECTRODE MODEL AND STIMULATION PARAMETER ESTIMATION," CANADA .
- [8] D. Evans, D. Shure, L. Clark, G. J. Criner, M. Dres, M. Gama de Abreu, F. Laghi, D. Mac Donagh, A. Petrof, T. Nelson and T. Similowski, "Estimulación diafragmática transvenosa temporal frente al tratamiento estándar para el destete de la ventilación mecánica: protocolo de estudio para un ensayo aleatorizado," in *BMC*, 2019.
- [9] S. M. Reynolds, A. M. Ebner, T. Meffen, V. M. Thakkar, M. B. Gani, K. Taylor, L. Clark, G. Sadarangani, R. Meyyappan, R. Sandoval, E. Rohrs and J. A. Hoffer, "Activación del diafragma en pacientes ventilados mediante un nuevo catéter transvenoso de marcapasos para el nervio frénico. " *Critical Care Medicine*, 2017.

- [10] "Un protocolo que compara la estimulación diafragmática transvenosa temporal con el estándar de atención para el destete de la ventilación mecánica (RESCUE3)," *Good Clinical Practice Network*, p. 300, 9 Febrero 2023.
- [11] A. Martínez de Azagra, J. Casado Flores and R. Jiménez García, "Ventilación mecánica en pediatría. ¿Cómo y cuándo extubar?," Servicio de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario Niño Jesús. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 2003.
- [12] M. Lizbet Pérez, "Evaluación por imágenes del diafragma en el niño," *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, Santiago de Chile, 2012.