

# Aerogen<sup>®</sup>

Pioneros en la administración  
de fármacos en aerosol

## Documento técnico clínico

# Contenido

1	Resumen	1
2	Administración de fármacos en aerosol de alta eficiencia durante la ventilación	2
3	Una estrategia de reclutamiento pulmonar para pacientes con insuficiencia respiratoria utilizando Aerogen	5
4	Comparación de Aerogen con inhaladores de dosis medida	6
5	Depósito superior del fármaco durante HFOV	7
6	Administración óptima del fármaco durante NIV y HFNC	12
7	Tecnología de administración de fármacos en aerosol de Aerogen para pacientes no ventilados	16
8	Aerogen mejora los resultados clínicos de los servicios de urgencias	18
9	Aerogen en el quirófano	19
10	Resumen	
11	Referencias	

# 1

## Resumen

La tecnología de malla vibratoria de Aerogen, disponible con el Aerogen® Solo, Aerogen® Pro y NIVO ha sido adoptada para su uso en numerosas áreas del hospital para diferentes tipos de ayuda respiratoria, incluida la ventilación mecánica convencional, la ventilación oscilatoria de alta frecuencia, la ventilación no invasiva y la cánula nasal de flujo alto. Los investigadores clínicos han establecido su mejor rendimiento en estudios comparativos y estudios mediante imágenes<sup>1-13</sup>. Los dispositivos de Aerogen pueden ofrecer al paciente una dosis de fármaco hasta 9 veces mayor que la administrada por un nebulizador de pequeño volumen (SVN) estándar durante la ventilación mecánica<sup>2</sup>. En pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria, el salbutamol administrado como aerosol por Aerogen consiguió un mayor reclutamiento pulmonar<sup>14</sup>.

También es rentable, tal como han demostrado diversos hospitales de EE. UU. que han cambiado a Aerogen y han logrado un ahorro considerable en comparación con los inhaladores de dosis medida<sup>15-18</sup>. La tecnología de Aerogen no solo está disponible para su uso durante la ventilación tanto invasiva como no invasiva, sino que también se puede utilizar con pacientes que respiran espontáneamente con boquillas y máscaras en todo el entorno de cuidados intensivos, donde Aerogen® Ultra permite un tratamiento eficaz con aerosol con hasta el 35 % de la dosis inhalada disponible para el paciente<sup>19</sup>. Los recientes datos clínicos han demostrado mejoras significativas en los resultados clínicos y una dosis reducida de fármaco en los servicios de urgencias para todos los pacientes que necesitaron salbutamol mediante el Aerogen Ultra<sup>37</sup>.

## Puntos clave a recordar

- La tecnología de malla vibratoria de Aerogen se ha adoptado en todo el hospital y se ha utilizado durante MV, HFOV, NIV, HFNC y con pacientes que respiraban espontáneamente.
- La tecnología de Aerogen permite un tratamiento óptimo con aerosol para todo tipo de asistencia respiratoria.
- Los estudios comparativos, mediante imágenes y de casos proporcionan evidencias del rendimiento superior de los dispositivos de administración de fármacos en aerosol de Aerogen.
- Se han observado considerables ahorros de costes en comparación con los inhaladores de dosis medida en EE. UU.
- El mayor reclutamiento pulmonar en comparación con los valores basales se puede lograr con el salbutamol administrado en aerosol de Aerogen en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria.
- Se han observado mejores resultados clínicos con el uso de Aerogen Ultra en los servicios de urgencia.

# 2

## Administración de fármacos en aerosol de alta eficiencia durante la ventilación

Los dispositivos de Aerogen son sistemas muy eficientes de administración de fármacos en aerosol mediante malla vibratoria que se pueden utilizar en línea durante cualquier tipo de asistencia respiratoria, lo que incluye la ventilación mecánica, la ventilación oscilatoria de alta frecuencia (HFOV), la ventilación no invasiva (NIV), la presión positiva continua en las vías aéreas (CPAP) y la cánula nasal de flujo alto (HFNC)<sup>1-4, 7, 20, 23</sup>. El Aerogen Solo utiliza una tecnología de malla vibratoria activa, mediante la que la energía aplicada al elemento vibratorio ocasiona la vibración de cada una de las 1000 aberturas con forma de embudo de la malla. La malla actúa como una bomba diminuta que extrae el líquido de los orificios y genera un aerosol de baja velocidad a fin de administrar el fármaco directamente en los pulmones. El dispositivo Aerogen puede administrar una dosis de aerosol 9 veces mayor en comparación con los nebulizadores de pequeño volumen estándar durante la ventilación mecánica<sup>2</sup>, y supera a los nebulizadores de pequeño volumen convencionales cuando se coloca tanto en la Y (proximal al paciente en la extremidad inspiratoria) como antes del humidificador<sup>2</sup> (figura 1). Mientras que la eficiencia de un nebulizador ultrasónico es comparable con la del Aerogen Solo en la Y, este dispositivo tiene numerosas limitaciones, entre las que se incluyen la imposibilidad de nebulizar soluciones viscosas, la generación de calor que puede deteriorar ciertas soluciones y los grandes volúmenes residuales<sup>21</sup>. Además, el uso de nebulizadores ultrasónicos es ahora mínimo en los hospitales.

La diferencia en el depósito de aerosol causada por la diferente colocación fue estudiada en un principio por Ari et al., y demostró que el depósito mejoraba cuando el Aerogen Solo se colocaba antes del humidificador frente a cuando se colocaba en la Y, tanto en entornos adultos como pediátricos si se utilizaba un flujo base<sup>1</sup>; en ausencia de flujo base se observó un mejor depósito de aerosol cuando el nebulizador se colocaba más cerca del paciente<sup>22</sup>.

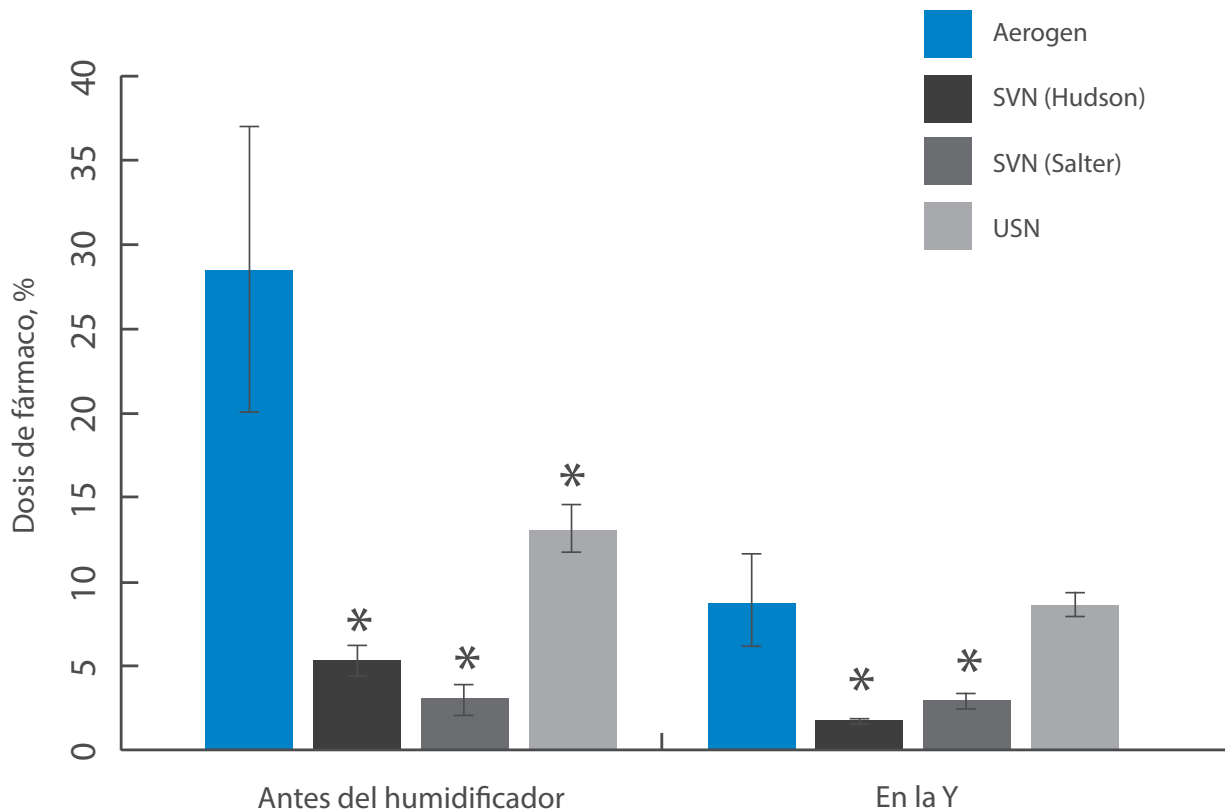


Figura 1

Comparación del depósito de fármaco tras el tratamiento con aerosol mediante un circuito de ventilación con nebulizadores de pequeño volumen estándar, ultrasónicos y el Aerogen Solo. Las posiciones del nebulizador ensayadas incluyeron: en la Y y antes del humidificador (más cerca del ventilador). En este modelo pediátrico de ventilación mecánica con flujo base, el Aerogen Solo supera a los nebulizadores de pequeño volumen en ambas posiciones en el circuito de ventilador. \*p < 0,001. Adaptado de <sup>2</sup>.

La dosis fisiológica en los pulmones se estudió en un modelo lactante animal, donde la cuantificación del aerosol radioetiquetado se midió después de la inhalación a través de un circuito de ventilador, realizando los ensayos con un nebulizador de pequeño volumen y el Aerogen Pro. El Aerogen Pro presentó un depósito de aerosol en los pulmones 25 veces mayor que con un nebulizador de pequeño volumen estándar<sup>13</sup>. El Aerogen Pro logró una dosis en los pulmones del 13 % y la diferencia en el depósito de aerosol entre los dos sistemas se puede observar con claridad en las imágenes de gammagrafía que aparecen debajo (figura 2)<sup>13</sup>.

El mayor depósito de fármaco en los pulmones que se consigue con los nebulizadores Aerogen está relacionado con el volumen residual mínimo que queda en el dispositivo después de la nebulización. Los nebulizadores de pequeño volumen estándar dejan atrás hasta la mitad del fármaco como promedio, lo que puede resultar bastante costoso cuando se emplean fármacos de mayor precio<sup>24</sup>. Dubus et al. observaron que los nebulizadores de pequeño volumen estándar tenían un volumen residual de 1,1 ml tras la nebulización de 3 ml de solución. Por el contrario, el Aerogen Pro presentó un volumen residual de 0,1 ml después de la nebulización de 0,5 ml<sup>13</sup>.

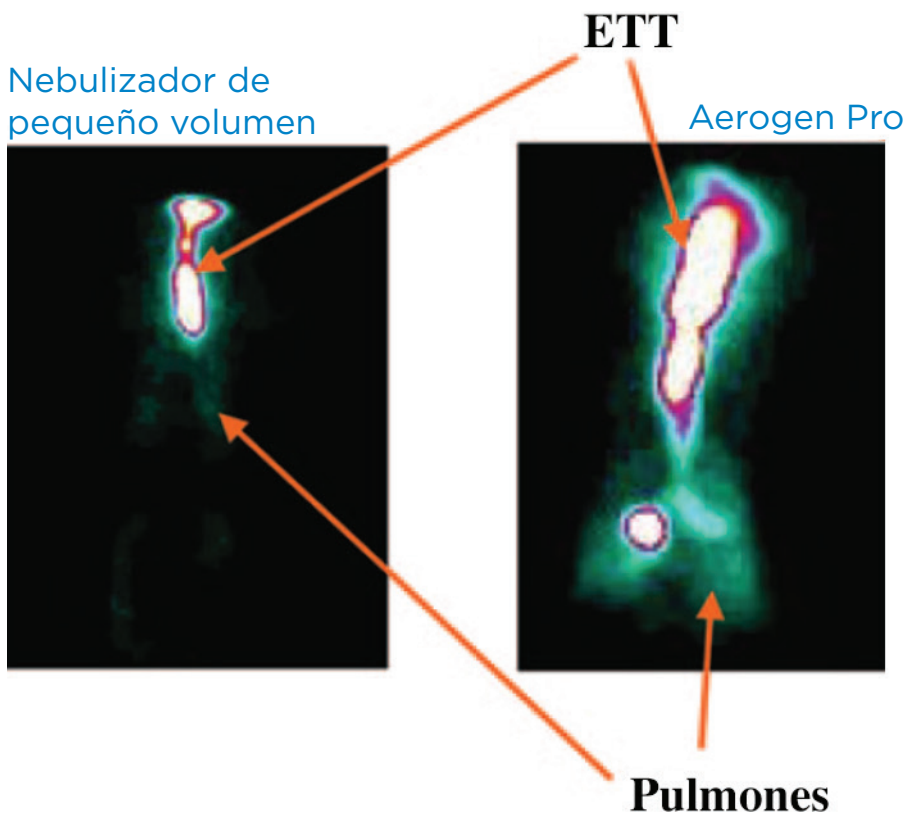


Figura 2

Imágenes de gammagrafía de los pulmones de un modelo animal lactante ventilado tras la inhalación de un aerosol radioetiquetado utilizando un nebulizador de pequeño volumen y el Aerogen Pro. El Aerogen Pro logró una dosis en los pulmones significativamente mayor que la del nebulizador de pequeño volumen. Adaptado de <sup>13</sup>.

# 3

## Estrategia de reclutamiento pulmonar para pacientes con insuficiencia respiratoria utilizando Aerogen

Las estrategias para mejorar el reclutamiento pulmonar en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) e insuficiencia respiratoria pueden incluir el uso de agonistas B. Estos fármacos se usan frecuentemente para tratar pacientes con ventilación hipoxémica incluso aunque no haya un beneficio clínico confirmado. Un estudio reciente ha investigado si proporcionar salbutamol inhalado administrado mediante la tecnología de Aerogen

pueden mejorar la función pulmonar de los pacientes pediátricos<sup>14</sup>. En comparación con la línea de base, el salbutamol en aerosol mejoró la capacidad residual funcional de niños en estado crítico con insuficiencia respiratoria. Este estudio proporciona nuevas evidencias para el uso de agonistas B en aerosol como otra estrategia para mejorar el reclutamiento pulmonar con SDRA<sup>14</sup>.

# 4

## Comparación de Aerogen con inhaladores de dosis medida

Aunque la eficiencia de la administración del fármaco ha demostrado ser similar entre un inhalador presurizado de dosis medida (pMDI) y el nebulizador Aerogen<sup>22</sup>, la dosis real emitida por los pMDI (p. ej., 100 µg por pulsación con salbutamol) es mucho menor que la dosis habitual de 2,5 mg utilizada con un nebulizador. Además, los pMDI plantean dificultades ya que si no sincronizan las pulsaciones con las inspiraciones, se ha observado que se reduce la administración de fármaco en aerosol<sup>25</sup>. También es importante asegurarse de que se agitan los frascos antes del uso, ya que la dosis puede variar debido a la separación del propulsor<sup>26</sup>. Hay

varios estudios que demuestran que los ahorros de costes de cambiar de MDI de Combivent al Aerogen Solo son significativos<sup>15-18, 27</sup>. Blake et al. abordaron los considerables ahorros de costos, además de una mayor satisfacción del personal después del cambio y un posible ahorro anual en todo el sistema de hasta 1,74 millones de dólares en 105 hospitales<sup>15</sup>. Loborec et al. investigaron el impacto financiero que suponía sustituir los inhaladores de dosis medida de ipratropio-albuterol por Aerogen y calcularon un ahorro trimestral de costes de 99.359 dólares y un ahorro anual previsto de 397.436 dólares.<sup>18</sup>

# 5

## Depósito superior del fármaco durante HFOV

La HFOV ha supuesto tradicionalmente un reto para la administración de aerosoles. Representa otro modo de ventilación en el que se puede administrar un aerosol durante el tratamiento con la tecnología de Aerogen. En el modelo in vitro de la ventilación de un paciente adulto, pediátrico y lactante, Fang et al. compararon el depósito de fármaco durante la HFOV con el Aerogen Solo en comparación con un nebulizador de pequeño volumen estándar<sup>3</sup>. El depósito del fármaco fue mínimo con ambos dispositivos durante la HFOV cuando el nebulizador se colocó atrás en el humidificador. A la inversa, el depósito de aerosol en todos los modelos pulmonares simulados fue significativamente superior con el Aerogen Solo en comparación con la ventilación estándar cuando el Aerogen Solo se colocó en posición proximal al paciente (figura 3)<sup>3</sup>.

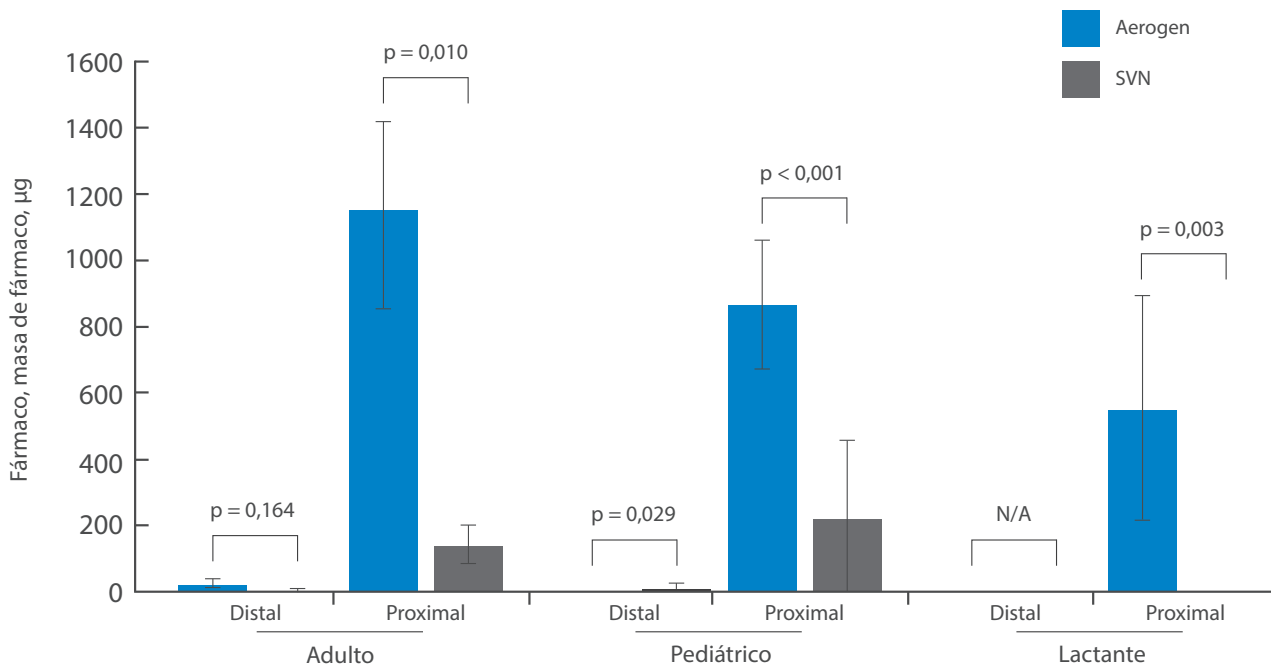


Figura 3

Administración de aerosol durante HFOV utilizando el Aerogen Solo en comparación con un nebulizador de pequeño volumen estándar. Al colocar el Aerogen Solo más cerca del paciente, se logró un mayor depósito de fármaco. Adaptado de <sup>3</sup>.



# 6

## Administración óptima del fármaco durante NIV y HFNC

El dispositivo Aerogen también se puede conectar a un circuito NIV y puede administrar aerosol durante NIV y CPAP. Los estudios han demostrado que el depósito real de aerosol con el Aerogen Pro conectado al circuito, en el lado del paciente de la válvula de fugas, consiguió una cantidad de fármaco inhalado de 2 a 3 veces mayor que un nebulizador de pequeño volumen estándar situado en la misma posición. La importancia de la posición donde se coloca el nebulizador se observa en este estudio, ya que la eficiencia del 51 % conseguida por el Aerogen Pro se reduce al 19 % si se conecta antes de la válvula de fugas (figura 4)<sup>4</sup>.

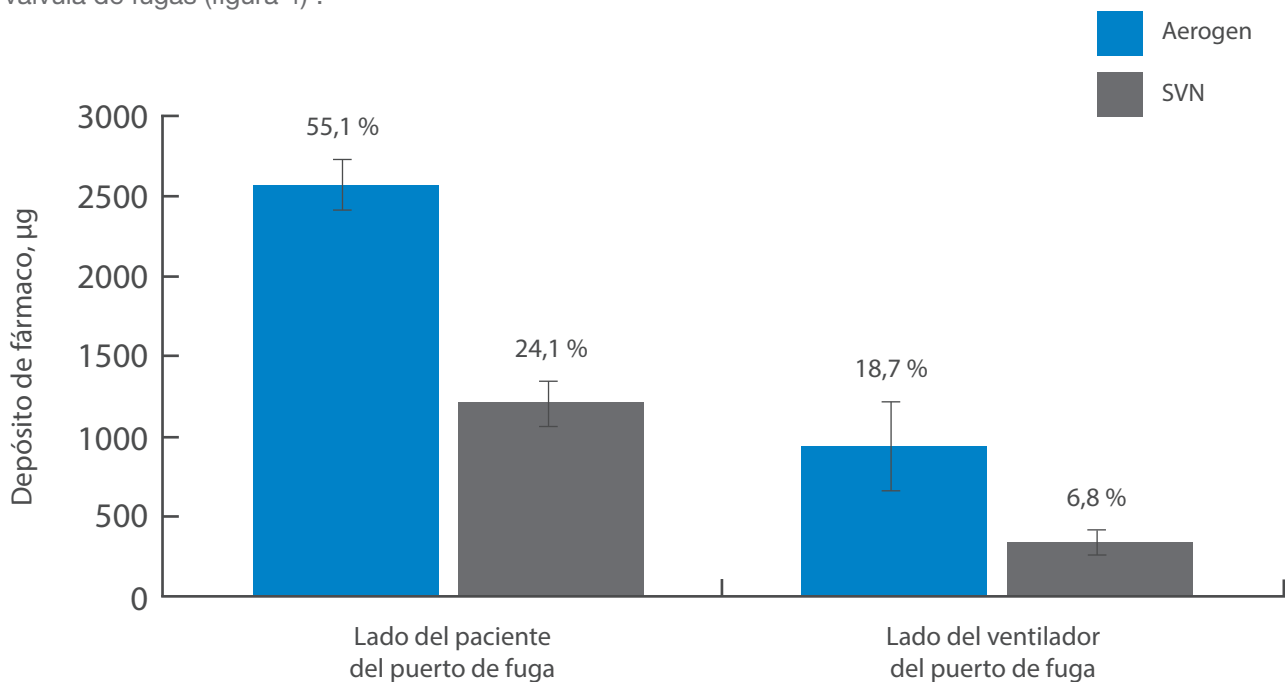


Figura 4

Dosis de aerosol en el lado del paciente y en el lado del ventilador del puerto de fuga durante NIV. El Aerogen Pro ofreció una mayor dosis tanto en el lado del paciente como en el del ventilador del puerto de fuga en comparación con el nebulizador de pequeño volumen. La dosis de aerosol es superior cuando ambos nebulizadores se colocan en el lado del paciente del puerto de fuga. Adaptado de <sup>4</sup>.

Otros estudios han confirmado estos datos con el NIVO, que encaja directamente en una máscara de NIV<sup>6,28</sup>. En una comparación in vitro de un nebulizador de malla vibratoria (NIVO) con un nebulizador de pequeño volumen durante la NIV, se observó una diferencia similar en la cantidad de fármaco inhalado (figura 5)<sup>6</sup>. Es importante señalar también que la eficiencia del Aerogen Solo y NIVO se ha comparado directamente y se ha observado un depósito de aerosol similar<sup>29</sup>.

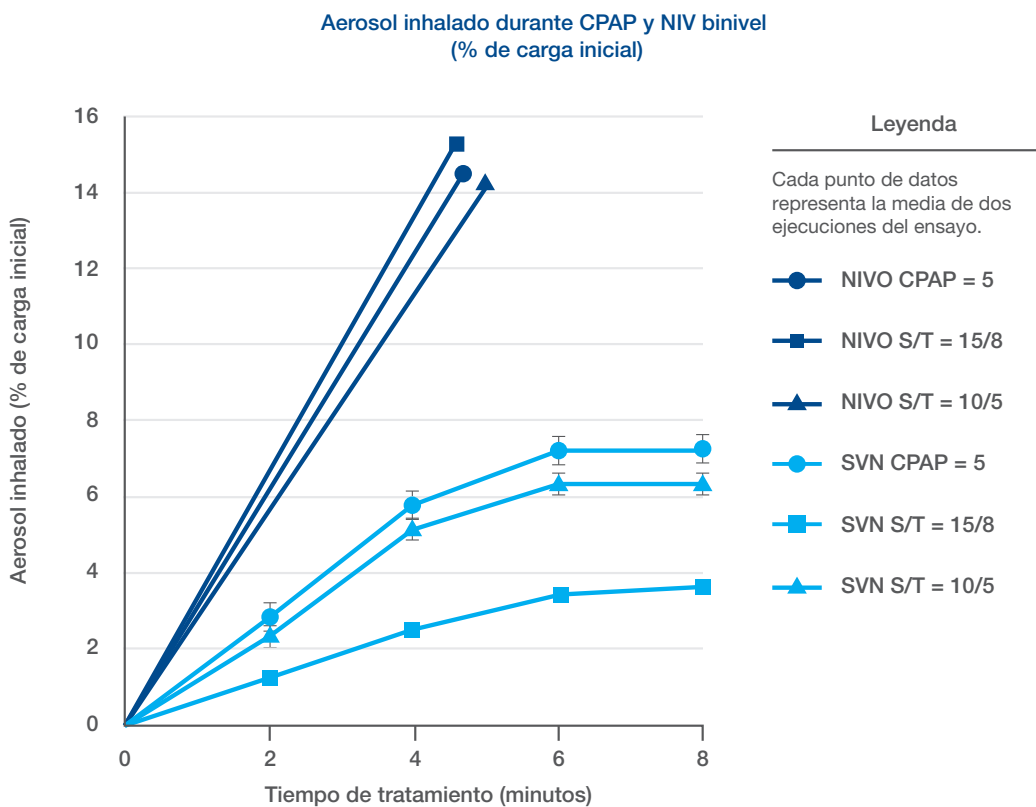
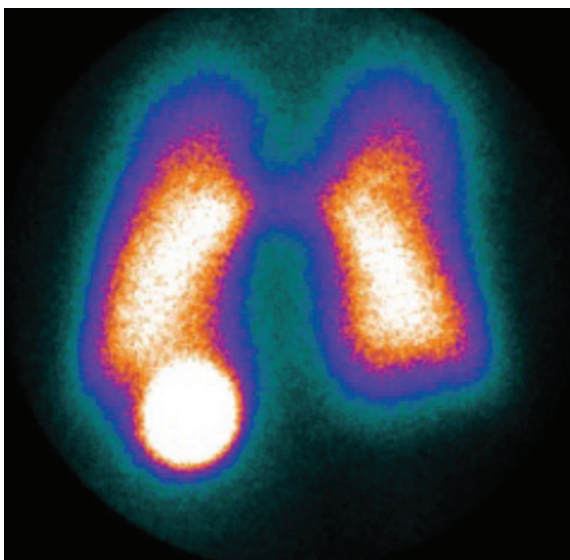


Figura 5

Depósito de aerosol durante NIV utilizando el NIVO y un nebulizador de pequeño volumen. Durante la BIPAP y la CPAP, el depósito de aerosol fue mayor con el NIVO en comparación con el nebulizador de pequeño volumen. Adaptado de <sup>6</sup>.

La dosis recibida en los pulmones está directamente correlacionada con estos estudios in vitro. Galindo-Filho et al. llevaron a cabo un estudio mediante gammagrafía con pacientes sanos utilizando el NIVO durante NIV y determinaron que la dosis inhalada era del 23,1 % para el nebulizador de malla vibratoria y del 6,1 % con el nebulizador de pequeño volumen. Se midió una dosis en los pulmones del 5,5 % con la malla vibratoria, lo cual era de 3 a 4 veces mayor que el 1,5 % medido con un nebulizador de pequeño volumen estándar (figura 6)<sup>5</sup>.

NIVO



SVN

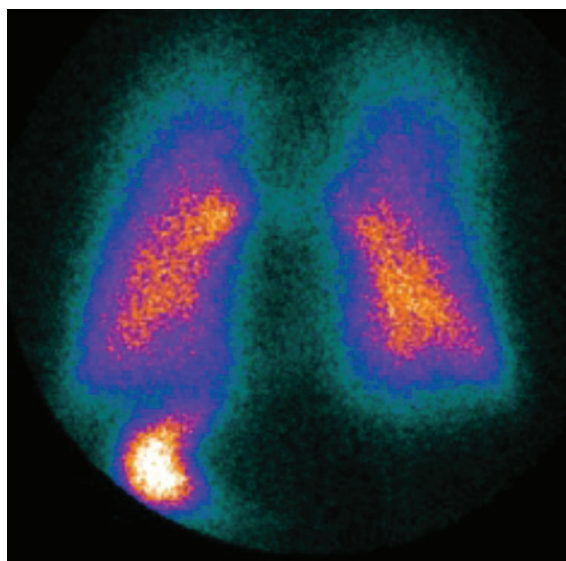


Figura 6

Distribución de aerosol en los pulmones de pacientes sanos tras la nebulización con un SVN y el NIVO. El depósito en los pulmones es considerablemente mayor con el NIVO. Adaptado de <sup>5</sup>.

El tratamiento con aerosol durante el uso de la cánula nasal de alto flujo (HFNC) se puede suministrar con el Aerogen Solo en línea con diversos sistemas HFNC, administrando el aerosol directamente a través de la cánula nasal. Esta técnica permite una administración de aerosol sin interrumpir la presión y el flujo de oxígeno, y resulta más eficaz que la colocación de una máscara de aerosol sobre la cánula nasal. Los estudios preliminares han demostrado una administración de aerosol inferior a la óptima si se colocan máscaras de aerosol sobre la cánula, en comparación con la retirada de la cánula para administrar el tratamiento con aerosol<sup>30</sup>. Los estudios iniciales han demostrado que el Aerogen Solo puede ofrecer un tratamiento eficaz con aerosol a través de la cánula de un sistema HFNC<sup>7, 31, 32</sup>. Ari et al. estudiaron la administración de aerosol en pacientes pediátricos y determinaron que era posible conseguir una dosis inhalada del 11 % con una velocidad de flujo del gas de 3 l/min. El efecto del flujo y el tipo de gas no modifican el depósito de

aerosol, mientras que el heliox y las velocidades de flujo más bajas tienen un efecto favorable sobre la dosis de aerosol<sup>7</sup>. Estudios más recientes acerca de la HFNC en adultos han demostrado que si se coloca el Aerogen Solo antes del humidificador se logra un tratamiento óptimo con aerosol en comparación con dos nebulizadores de pequeño volumen<sup>8</sup>. Reminiac et al. comentaron que el Aerogen Solo “estaba asociado con una elevada eficiencia de nebulización, una alta fracción del aerosol constituida por partículas con un diámetro de 0,4 a 4,4 µm, una duración más breve de la nebulización y la ausencia de flujo de gas añadido” que podría influir potencialmente la fracción inspirada de oxígeno<sup>8</sup>. Se logró una dosis en los pulmones entre el 2 y el 10 % con velocidades de flujo de 30, 45 y 60 l/min. y el aerosol administrado fue mayor con dificultad respiratoria que con respiración normal, lo que puede deberse a los mayores volúmenes y flujo inspiratorio, lo que tal vez permita que se inhale más aerosol (figura 7)<sup>8</sup>.

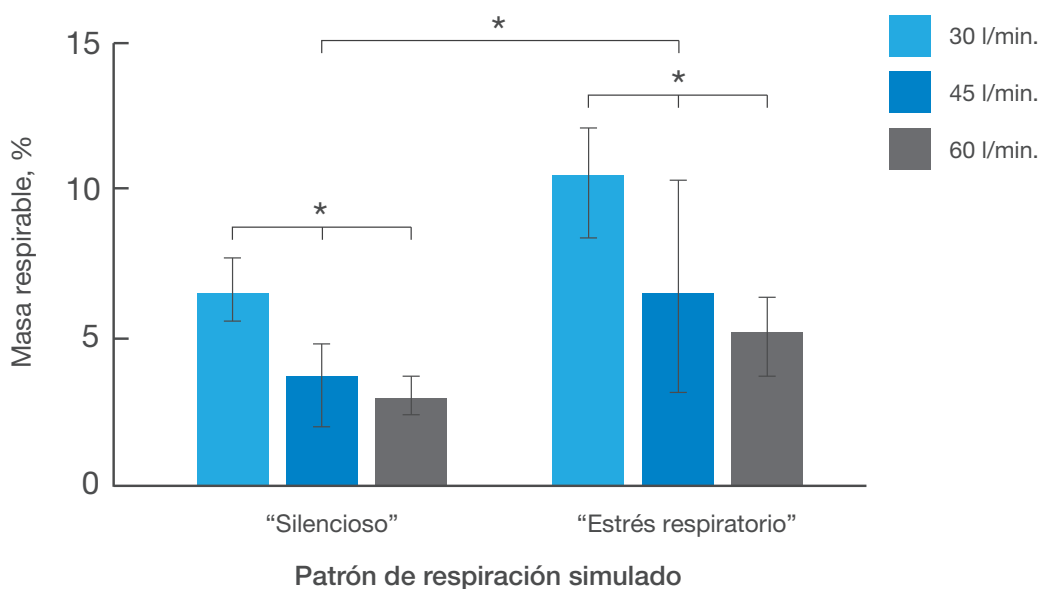
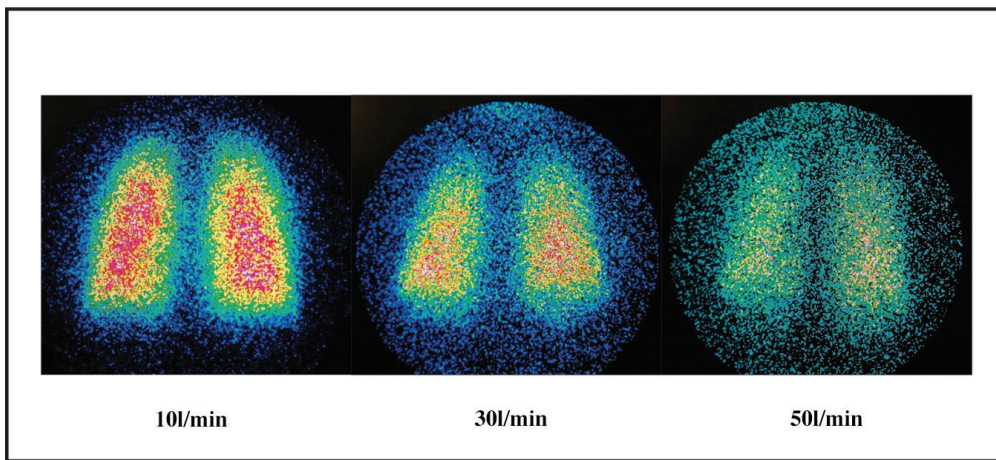


Figura 7

Dosis respirable medida para tres velocidades de flujo de 30, 45 y 60 l/min. y con dos patrones de respiración diferentes: “silenciosos” y “dificultad respiratoria”. Al aumentar la velocidad de flujo, disminuye la masa respirable. Se administró una mayor cantidad de aerosol con dificultad respiratoria que con la respiración normal. Adaptado de <sup>8</sup>.

Alcoforado et al. han estudiado recientemente el efecto de la velocidad de flujo sobre el depósito de aerosol durante una HFNC en adultos en pacientes sanos<sup>33</sup>. Los resultados del estudio correlacionados con los datos in vitro anteriores demostraron que se logra un mayor depósito de aerosol para velocidades de flujo menores (figura 8).



	10 l/min.	30 l/min.	50 l/min.
Dosis en los pulmones (%)	10,6 ± 5	3,3 ± 1,3	1,9 ± 0,8

## Figura 8

Depósito real en los pulmones de pacientes sanos durante la HFNC para velocidades de flujo de 10, 30 y 50 l/min. Puede conseguirse una dosis en los pulmones del 10,6 % con una velocidad de flujo de 10 l/min. Las velocidades de flujo menores se correlacionan con un mayor depósito de fármaco. Adaptado de <sup>33</sup>.

# 7

## Tecnología de administración de fármacos en aerosol de Aerogen para pacientes no ventilados

El Aerogen Ultra, que se puede utilizar con el Aerogen Solo, ofrece una plataforma para administrar fármacos en aerosol a pacientes que respiran espontáneamente con una boquilla y máscara para su uso en todo el entorno de cuidados intensivos. El Aerogen Ultra se conecta con un flujo de oxígeno bajo y se puede utilizar para tratamientos intermitentes y continuos en pacientes tanto pediátricos como adultos (figura 9). Este dispositivo está compuesto por una cámara de recogida con válvula que conecta el Aerogen Solo y una boquilla o una máscara facial (figura 9).

El innovador diseño del sistema con válvula del dispositivo controla el flujo de aire a través de la cámara del aerosol. Al realizar una inhalación, se extrae el aire a través de la válvula de entrada que hay en la base del dispositivo, lo que crea un flujo de oxígeno a través del dispositivo. De esta manera, el aerosol sale de su cámara y el fármaco se administra al paciente a través de la boquilla. Cuando el paciente espira, la válvula de entrada se cierra y la válvula de espiración de la boquilla se abre, lo que permite al paciente espirar a través del puerto de la boquilla mientras que se recarga la cámara con el aerosol gracias al Aerogen Solo.



Figura 9  
Aerogen Ultra

Las pruebas iniciales han demostrado que, en comparación con los nebulizadores de pequeño volumen, el depósito de fármaco en aerosol conseguido con esta nueva oferta es más eficiente y ofrece una dosis inhalada disponible al paciente de hasta el 35 % sin ningún flujo adicional<sup>19</sup> (figura 10). Además, dado que en el Aerogen Solo el volumen residual es mínimo después del tratamiento con aerosol, la cantidad de fármaco disponible para el paciente será por tanto mayor en comparación con un nebulizador de pequeño volumen estándar<sup>12, 24</sup>. Incluso si se añade un flujo de 2 litros por minuto a través del dispositivo, sigue siendo posible conseguir una dosis inhalada del 15 % con el Aerogen Ultra con una boquilla o una máscara facial con válvula (figura 10)<sup>19</sup>.

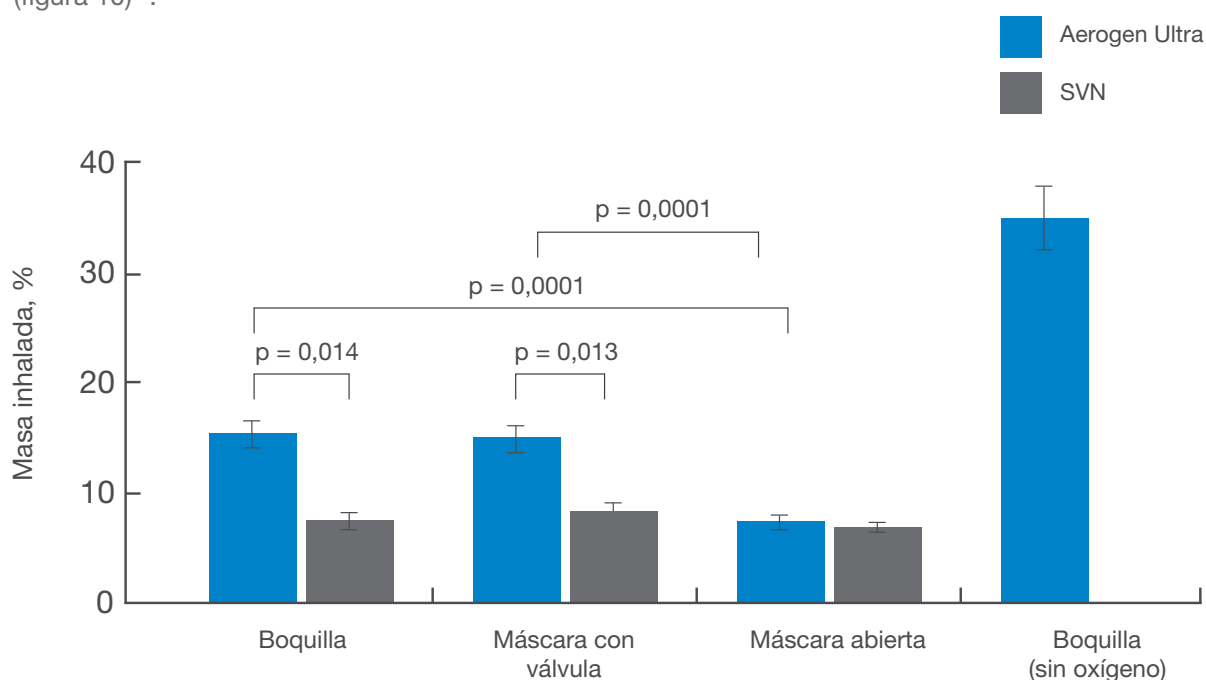


Figura 10

Dosis inhalada del Aerogen Ultra en comparación con un nebulizador de pequeño volumen estándar con un flujo de 2 litros por minuto a través del dispositivo. Se probaron la boquilla, una máscara con válvula y abierta observándose una mayor eficiencia con la boquilla o la máscara con válvula. Cuando no se utiliza ningún flujo, se puede lograr una dosis inhalada del 35 % con la boquilla. Adaptado de <sup>19</sup>.

El Aerogen Ultra también ofrece una administración más eficiente de la medicación en un intervalo de tiempo más reducido, según observaron Hickin et al. (figura 11): “Nuestro estudio en laboratorio ha demostrado que un sistema de malla vibratoria es más rápido y eficaz que un nebulizador de pequeño volumen, al poder administrar más salbutamol en un intervalo de tiempo más corto.” Los datos iniciales acerca del rendimiento del dispositivo respaldaron su hipótesis de que “un nebulizador de malla es un método más eficaz de administrar broncodilatadores inhalados a pacientes con enfermedades respiratorias” dado que el estudio demostró que, en un modelo de EPOC, el dispositivo proporciona más de 8 veces la medicación en prácticamente la mitad de tiempo (figura 11)<sup>12</sup>.

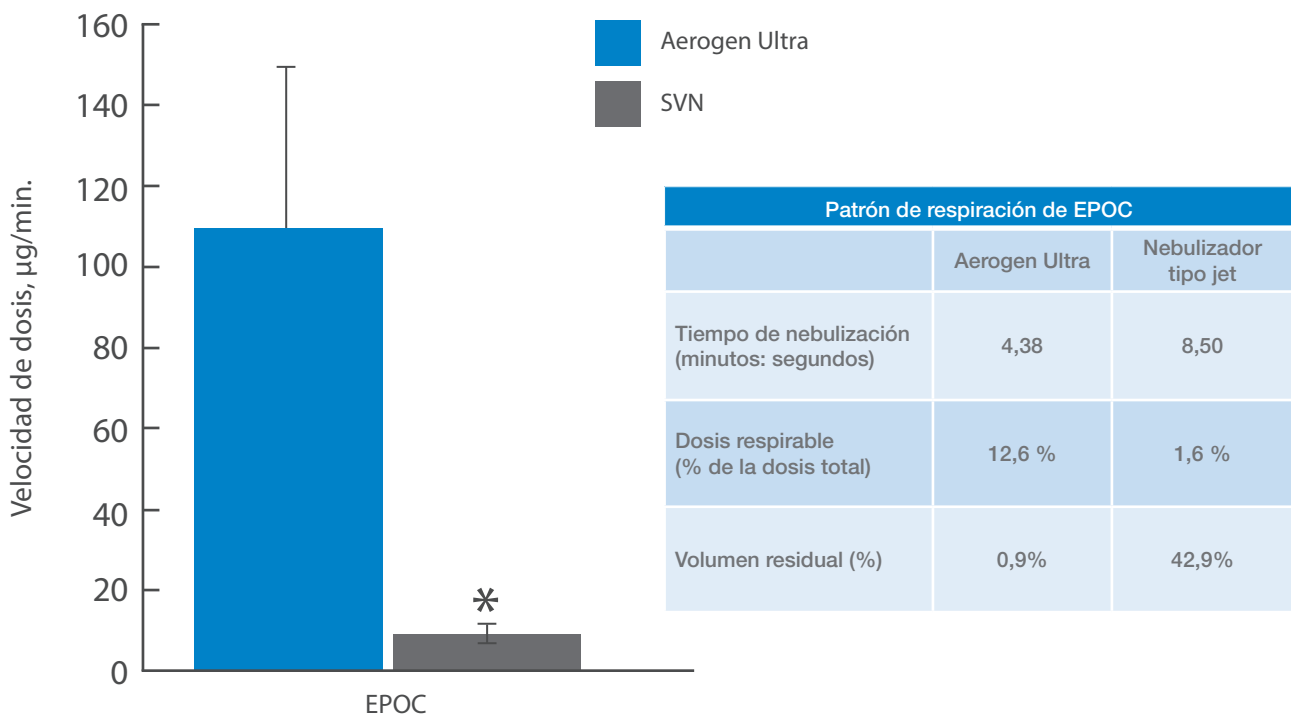


Figura 11

Velocidad de dosis del Aerogen Ultra en comparación con un nebulizador de pequeño volumen y el tiempo de nebulización, la dosis respirable y el volumen residual. El Aerogen Ultra ofrece una dosis mayor en un intervalo de tiempo más corto, además de quedar un volumen residual mínimo en el nebulizador. Adaptado de <sup>12</sup>.



Varios estudios con gammagrafías han determinado el depósito de aerosol en los pulmones de adultos sanos y han demostrado un significativo aumento de 4 a 6 veces de fármaco que llega a los pulmones cuando se utiliza el Aerogen Ultra con una boquilla en comparación con un nebulizador de pequeño volumen estándar (figura 12)<sup>9, 11</sup>. Además, la experiencia de uso de Aerogen en el servicio de urgencias del hospital Baystate hospital tanto con pacientes que respiraban espontáneamente como con HFNC llevó a un plan de mejor de rendimiento para pacientes pediátricos con dificultad

respiratoria<sup>34</sup>. El objetivo era mejorar los resultados clínicos de estos pacientes con los métodos menos invasivos. Estas mejoras incluían el uso de Aerogen y HFNC. El plan tuvo un efecto positivo sobre los resultados clínicos y la satisfacción de personal y pacientes. El mismo hospital ya había observado en dos estudios de casos que describían su experiencia con el Aerogen Ultra, que el uso del dispositivo con una boquilla o una máscara con válvula mejoraba la respuesta clínica en pacientes pediátricos con crisis asmáticas y potencialmente evitaba la necesidad de una mayor atención clínica<sup>35, 36</sup>.

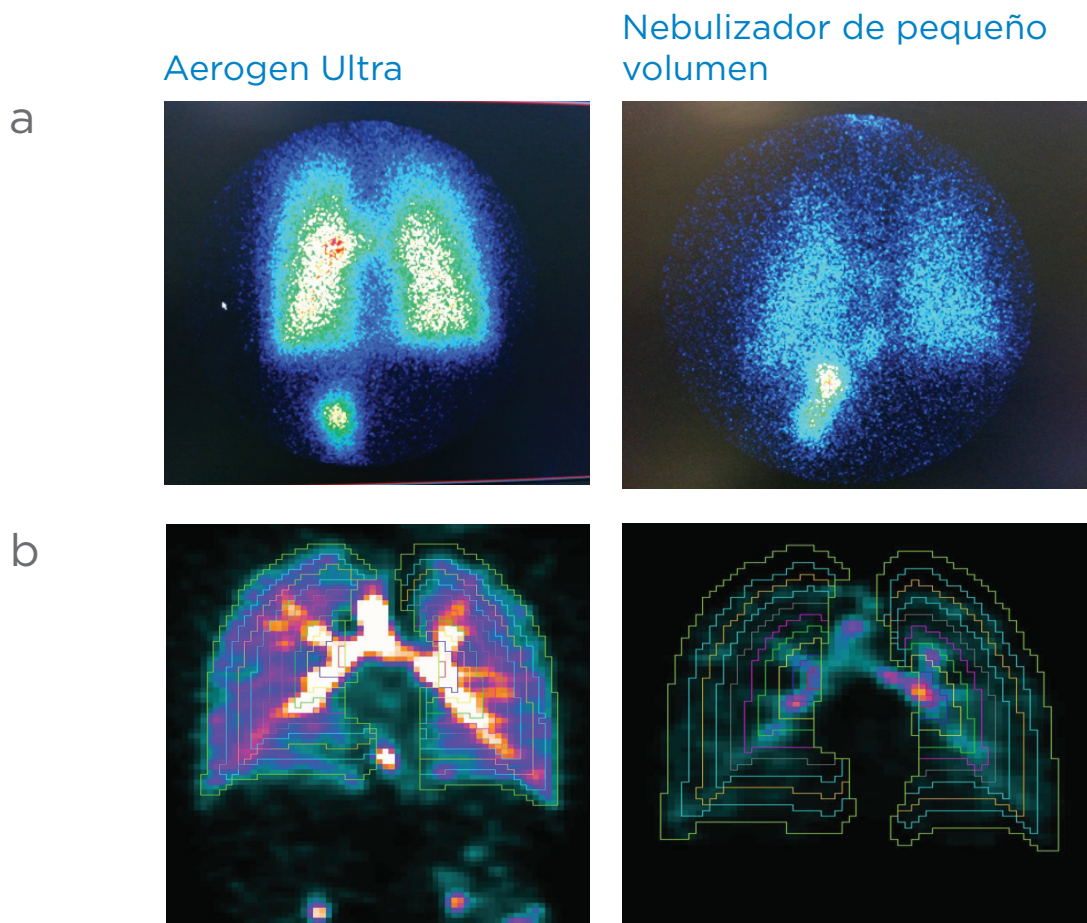


Figura 12

Imágenes de gammagrafía del depósito de aerosol en los pulmones utilizando el Aerogen Ultra o un nebulizador de pequeño volumen. (a) Alcoforado et al.<sup>9</sup> y (b) Dugernier et al.<sup>11</sup> En ambos estudios, el depósito en los pulmones fue significativamente superior cuando se utilizó el Aerogen Ultra (imágenes de la izquierda) en comparación con un nebulizador de pequeño volumen (imágenes de la derecha).

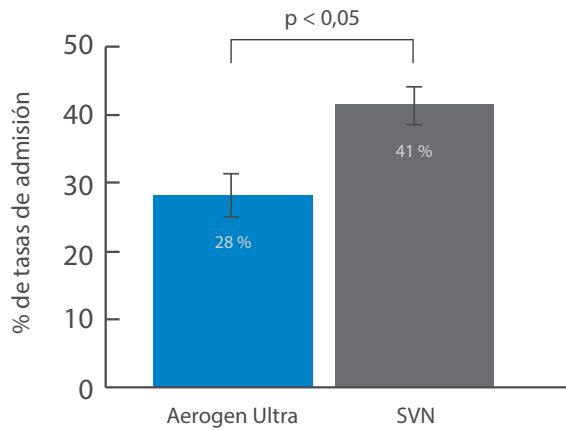
# 8

## Aerogen mejora los resultados clínicos de los servicios de urgencias

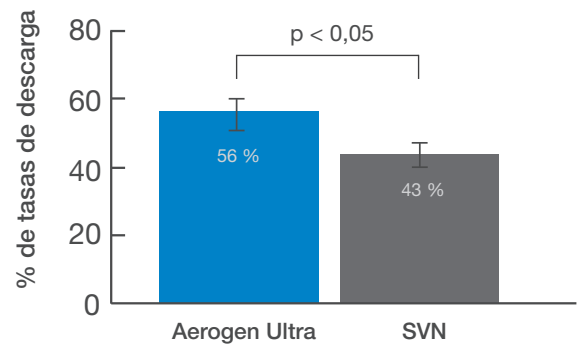
El Aerogen Ultra ha demostrado que ofrece una mejor dosis inhalada y un mayor depósito en los pulmones en comparación con los nebulizadores de pequeño volumen estándar en varios estudios comparativos y con imágenes. Aunque es importante señalar la mayor eficiencia del Aerogen Ultra, los datos de los resultados clínicos de pacientes son esenciales para respaldar los argumentos económicos y de atención médica para utilizar este dispositivo.

Recientemente, se llevó a cabo una revisión retrospectiva de gráficos comparando los pacientes de servicios de urgencias a los que se habían administrado tratamientos con broncodilatadores en aerosol. La revisión comparaba las prácticas estándar del hospital con un nebulizador de pequeño volumen respecto a la implementación del Aerogen Ultra. El estudio incluyó un total de 1594 pacientes. Cuando se comparó con el tratamiento estándar con un nebulizador de pequeño volumen, la tasa de ingreso de los pacientes en el hospital fue un 32 % inferior con el Aerogen Ultra. El número de altas hospitalarias en el servicio de urgencias fueron un 30 % superiores con el Aerogen Ultra y la mediana de la duración de la estancia en el servicio de urgencias fue 37 minutos inferior por cada paciente<sup>37</sup>. Además, la dosis de salbutamol necesaria para aliviar los síntomas fue significativamente inferior cuando se utilizó el Aerogen Ultra (figura 13). Este estudio retrospectivo ha demostrado significativas mejoras en los resultados clínicos y una menor dosis de fármaco para todos los pacientes que necesitaban salbutamol en el servicio de urgencias cuando la administración se realizó con el Aerogen Ultra<sup>37</sup>. Estos datos confirman los efectos clínicos y económicos del uso de la tecnología de Aerogen en el servicio de urgencias.

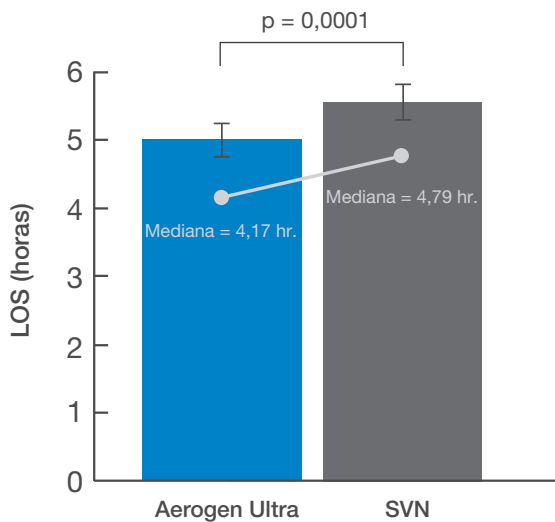
a



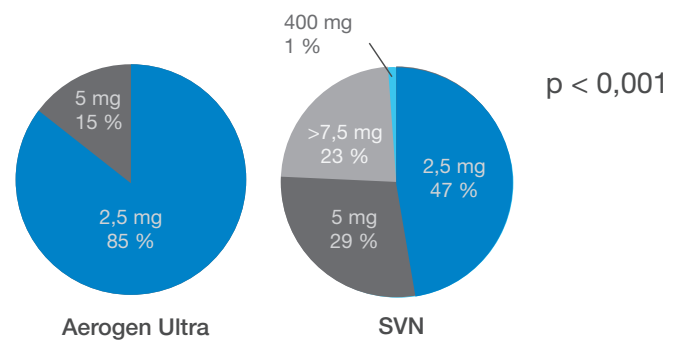
b



c



d



## Figura 13

Revisión retrospectiva de gráficos de pacientes del servicio de urgencias que necesitaron un tratamiento con broncodilatadores.

(a) La tasa de ingresos en el hospital fue un 32 % inferior en comparación con el tratamiento estándar con nebulizadores de pequeño volumen. (b) Las altas hospitalarias del departamento de urgencias fueron un 30 % superiores con el Aerogen Ultra en comparación con el tratamiento estándar con nebulizadores de pequeño volumen. (c) La mediana de la duración de la estancia en el servicio de urgencias fue 37 minutos inferior por paciente con el Aerogen Ultra en comparación con el tratamiento estándar con nebulizadores de pequeño volumen. (d) La dosis de salbutamol fue significativamente inferior con el Aerogen Ultra en comparación con el tratamiento estándar con nebulizadores de pequeño volumen<sup>37</sup>.

# 9

## Aerogen en el quirófano

El Aerogen Solo también se puede utilizar durante intervenciones quirúrgicas en presencia de anestesia general en línea con los límites que se indican en las instrucciones de uso. Un estudio de casos publicado en 2012 describió un broncoespasmo intraoperatorio de un paciente de 3 años con asma que se ingresó para una restauración dental bajo anestesia general<sup>38</sup>. El broncoespasmo remitió gracias al uso de Aerogen Pro “después de que los MDI, los nebulizadores de pequeño volumen y otras intervenciones farmacológicas hubieran fallado”<sup>38</sup>.

# 10

## Resumen

Aerogen ofrece un mejor tratamiento con aerosoles en el entorno de cuidados intensivos durante la ventilación, NIV, HFNC y con pacientes que respiran espontáneamente. Además del rendimiento óptimo, se han conseguido ahorros considerables de costes en los hospitales que han cambiado a este dispositivo. Esta avanzada administración de aerosol está ahora también disponible en entornos de cuidados intensivos para administrar tratamientos óptimos con aerosol a todos los pacientes con problemas respiratorios.

# 11

## Referencias

- 1 Ari A, Atalay OT, Harwood R, Sheard MM, Aljamhan EA y Fink JB. Influence of nebulizer type, position, and bias flow on aerosol drug delivery in simulated pediatric and adult lung models during mechanical ventilation. *Respiratory care*. 2010;55:845-51.
- 2 Berlinski A y Willis JR. Albuterol delivery by 4 different nebulizers placed in 4 different positions in a pediatric ventilator in vitro model. *Respiratory care*. 2013;58:1124-33.
- 3 Fang TP, Lin HL, Chiu SH, Wang SH, DiBlasi RM, Tsai YH y Fink JB. Aerosol Delivery Using Jet Nebulizer and Vibrating Mesh Nebulizer During High Frequency Oscillatory Ventilation: An In Vitro Comparison. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2016.
- 4 Abdelrahim ME, Plant P y Chrystyn H. In-vitro characterisation of the nebulised dose during non-invasive ventilation. *The Journal of pharmacy and pharmacology*. 2010;62:966-72.
- 5 Galindo-Filho VC, Ramos ME, Rattes CS, Barbosa AK, Brandao DC, Brandao SC, Fink JB y de Andrade AD. Radioaerosol Pulmonary Deposition Using Mesh and Jet Nebulizers During Noninvasive Ventilation in Healthy Subjects. *Respiratory care*. 2015;60:1238-46.
- 6 McPeck M. Improved Aerosol Drug Delivery with an Electronic Mesh Nebulizer during Non-invasive Ventilation *AARC poster*. 2012
- 7 Ari A, Harwood R, Sheard M, Dailey P y Fink JB. In vitro comparison of heliox and oxygen in aerosol delivery using pediatric high flow nasal cannula. *Pediatric pulmonology*. 2011;46:795-801.
- 8 Reminiac F, Vecellio L, Heuze-Vourc'h N, Petitcollin A, Respaud R, Cabrera M, Le Pennec D, Diot P y Ehrmann S. Aerosol Therapy in Adults Receiving High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2015.
- 9 Alcoforado L, de Melo Barcelar J, Castor Galindo V, Cristina S. Brandão S, Fink J, B. y Dornelas de Andrade A. Analysis of Deposition Radioaerosol Nebulizers Membrane in Healthy Subjects. *ISAM poster presentation* 2015.
- 10 Ari A, de Andrade A, Sheard M, AlHamad B y Fink JB. Performance Comparisons of Jet and Mesh Nebulizers Using Different Interfaces in Simulated Spontaneously Breathing Adults and Children. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2014.
- 11 Dugernier J, Reychler G, Depoortere V, Roeseler J, Michotte JB, Laterre PF, Jamar F y Hesse M. Tomoscintigraphic comparison of lung deposition with a vibrating-mesh and a jet nebulizer. *ERS conference poster* 2015.
- 12 Hickin S, Mac Loughlin R, Sweeney L, Tatham A y Gidwani S. Comparison of mesh nebuliser versus jet nebuliser in simulated adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Poster at the College of Emergency Medicine Clinical Excellence Conference*. 2014

- 13 Dubus JC, Vecellio L, De Monte M, Fink JB, Grimbert D, Montharu J, Valat C, Behan N y Diot P. Aerosol deposition in neonatal ventilation. *Pediatric research*. 2005;58:10-4.
- 14 Ramsi MA, Henry M, Milla CE and Cornfield DN. Inhaled beta2-Agonist Therapy Increases Functional Residual Capacity in Mechanically Ventilated Children With Respiratory Failure. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*. 2015;16:e189-93.
- 15 Blake G, Yaklic J y Cobb J. Transition from ipratropium/albuterol inhaler to nebulizer on quality and cost savings in ventilated patients. *Poster presentation at American Society of Health-System Pharmacists*. 2013.
- 16 McDaniel C, Glynn G, Gudowski S, Pezzano T y Weibel S. Conversion of pressurized Metered-Dose Inhaler to Vibrating Mesh Nebulizer Administered Medications. *Poster presentation at the Society of Critical Care Medicine*. 2013.
- 17 Streepy KS, Dawson AM, Grigonis AM, Hammerman SI y Snyder LK. Conversion from metered dose inhalers to a vibrating mesh nebulizer in long term acute care hospitals: cost effectiveness and respiratory staff perception *Poster presentation at American Society of Health-System Pharmacists* 2013.
- 18 Loborec SM, Johnson SE y Keating EA. Financial effect of converting ipratropium-albuterol therapy from inhalers to nebulizer treatments at an academic health system. *American journal of health-system pharmacy : AJHP : official journal of the American Society of Health-System Pharmacists*. 2016;73:121-5.
- 19 Ari A, de Andrade AD, Sheard M, AlHamad B y Fink JB. Performance Comparisons of Jet and Mesh Nebulizers Using Different Interfaces in Simulated Spontaneously Breathing Adults and Children. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2015;28:281-9.
- 20 Reminiac F, Vecellio L, Heuze-Vourc'h N, Petitcollin A, Respaud R, Cabrera M, Pennec DL, Diot P y Ehrmann S. Aerosol Therapy in Adults Receiving High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2016;29:134-41.
- 21 Ari A y Fink JB. Guidelines for aerosol devices in infants, children and adults: which to choose, why and how to achieve effective aerosol therapy. *Expert review of respiratory medicine*. 2011;5:561-72.
- 22 Ari A, Areabi H y Fink JB. Evaluation of aerosol generator devices at 3 locations in humidified and non-humidified circuits during adult mechanical ventilation. *Respiratory care*. 2010;55:837-44.
- 23 Sidler-Moix AL, Di Paolo ER, Dolci U, Berger-Gryllaki M, Cotting J y Pannatier A. *Physicochemical aspects and efficiency of albuterol nebulization: comparison of three aerosol types in an in vitro pediatric model*. *Respiratory care*. 2015;60:38-46.
- 24 Ari A, Fink JB y Dhand R. Inhalation Therapy in Patients Receiving Mechanical Ventilation: An Update. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2012.
- 25 Diot P, Morra L y Smaldone GC. Albuterol delivery in a model of mechanical ventilation. Comparison of metered-dose inhaler and nebulizer efficiency. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1995;152:1391-4.

- 26 Everard ML, Devadason SG, Summers QA y Le Souef PN. Factors affecting total and “respirable” dose delivered by a salbutamol metered dose inhaler. *Thorax*. 1995;50:746-9.
- 27 Emberger J. Cost Reduction using Aeroneb Solo in a Medical ICU Ventilator Population. *Respiratory Care, Christiana Care Health System, Newark, 2011 OPEN FORUM Abstracts*. 2011.
- 28 White CC, Crotwell DN, Shen S, Salyer J, Yung D, Zheng J y DiBlasi RM. Bronchodilator delivery during simulated pediatric noninvasive ventilation. *Respiratory care*. 2013;58:1459-66.
- 29 AlQuaimi M, Fink JB, Harwood R, Sheard M, Bryant L y Ari A. The effect of nebulizer type and mask design on aerosol delivery during noninvasive positive pressure ventilation of an adult lung model. *AARC poster* 2012.
- 30 Alalwan M, Ari A, Fink J, Harwood R, Bryant L y Sheard M. Delivery of albuterol by pressurized metered-dose inhaler and jet nebulizer via mask with high flow nasal cannula in place reduces aerosol delivery. *AARC Open Forum Abstract*. 2012.
- 31 Bhashyam AR, Wolf MT, Marcinkowski AL, Saville A, Thomas K, Carcillo JA y Corcoran TE. Aerosol delivery through nasal cannulas: an in vitro study. *Journal of aerosol medicine and pulmonary drug delivery*. 2008;21:181-8.
- 32 MacLoughlin R, Power P, Wolny M y Duffy C. Evaluation of vibrating mesh nebulizer performance during nasal high flow therapy. *Poster Presentation at International Society of Aerosols in Medicine* 2013.
- 33 Alcoforado L, Ari A, De Melo Barcelar J, Brandao SS, Fink JB y Dornelas De Andrade A. Comparison of Aerosol Deposition with Heated and Unheated High Flow Nasal Cannula (HFNC) in Healthy Adults. *Poster presentation at ATS*. 2016.
- 34 Dailey P, Tina T, Santos J y Gurung P. Performance Improvement Plan for Pediatric Patients in Respiratory Distress: Clinical Experience. *Respiratory Therapy*. 2015;10:27-29.
- 35 Newsome T, Thayer T y Lieberman S. Pediatric Patient with Severe Asthma Treated with a Vibrating Mesh with Valved Adapter. *Respiratory Therapy Case Study*. 2015;10:28-29.
- 36 Thayer T, Hodgens E y Lieberman S. A Case Study: Use of Vibrating Mesh with a Valved Adapter in a Pediatric Patient with a Severe Asthma Exacerbation. *Respiratory Therapy Case Study*. 2016;11:52.
- 37 Dunne R, Shortt SA y Dailey PA. Comparison of bronchodilator administration with vibrating mesh with adapter and jet nebulizer in the emergency department *AARC Open Forum Abstract*. 2016.
- 38 Golden LR, Desimone HA, Yeroshalmi F, Pranevicius M y Saraghi M. Severe intraoperative bronchospasm treated with a vibrating-mesh nebulizer. *Anesthesia progress*. 2012;59:123-6.



# Aerogen®

Pioneros en la administración  
de fármacos en aerosol

**Aerogen Ltd.**

Galway Business Park,  
Dangan, Galway,  
Irlanda.

**INTL.** +353 91 540 400

**EE.UU.** (886) 423-7643

[www.aerogen.com](http://www.aerogen.com)

PM349