

Guía SEPAR de las terapias respiratorias domiciliarias, 2020

## Aerosolterapia

Eusebi Chiner Vives<sup>a,\*</sup>, Estrella Fernández Fabrellas<sup>b</sup>, Ramón Agüero Balbín<sup>c</sup>  
y Miguel Ángel Martínez García<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Unidad Multidisciplinar de Sueño, Servicio de Neumología, Hospital Universitario San Juan de Alicante, Alicante, España

<sup>b</sup> Servicio de Neumología, Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, Universidad de Valencia, España

<sup>c</sup> Servicio de Neumología, Hospital Marqués de Valdecilla, Santander, España

<sup>d</sup> Servicio de Neumología, Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia, España



### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 19 de enero de 2020

Aceptado el 4 de marzo de 2020

On-line el 11 de mayo de 2020

#### Palabras clave:

Aerosolterapia domiciliaria

Terapia nebulizada

Nebulizadores

Bronquiectasias

Fibrosis quística

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Asma

#### Keywords:

Home aerosol therapy

Nebulized therapy

Nebulizers

Bronchiectasis

Cystic fibrosis

Chronic obstructive pulmonary disease

Asthma

### R E S U M E N

La aerosolterapia domiciliaria constituye el 10-14% de las terapias respiratorias domiciliarias. Permite administrar sustancias por vía inhalada mediante nebulizadores, alcanzando concentraciones superiores en el árbol bronquial, aunque con una gran variabilidad inter- e intraindividual, dependientes del tamaño de las partículas, la edad, el patrón respiratorio y las condiciones del paciente. En general, solo deberían emplearse combinaciones de sistemas de nebulización y fármacos que hayan demostrado eficacia y seguridad. Los  $\beta_2$ -agonistas de acción corta, con o sin anticolinérgicos, se emplean en la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y del asma en pacientes graves o frágiles que no pueden coordinar, cooperar o realizar las maniobras necesarias para usar otros dispositivos. Empleados en domicilio, los nebulizadores pueden disminuir el número de visitas a urgencias e ingresos hospitalarios, siempre combinados con planes de educación. Los antibióticos nebulizados de forma prolongada están indicados en la infección bronquial crónica por *Pseudomonas aeruginosa* en bronquiectasias asociadas o no a fibrosis quística, mediante nebulizadores específicos. La solución salina hipertónica, la desoxirribonucleasa y el ácido hialurónico nebulizado pueden reducir las agudizaciones en la fibrosis quística con afectación pulmonar leve o moderada.

Con el fin de mejorar la eficiencia en el uso de la terapia nebulizada, se hacen recomendaciones para pacientes y prescriptores, insistiendo en que el control clínico y el seguimiento terapéutico de estos pacientes se debe llevar a cabo por los especialistas prescriptores. Se revisan las indicaciones, el uso correcto, los tipos y cuidados de los equipos y la suspensión de la terapia cuando ya no sea necesaria.

© 2020 Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Aerosol Therapy

#### A B S T R A C T

Home aerosol therapy accounts for 10%-14% of home respiratory therapies. It is used to administer inhaled substances through nebulizers, thus achieving higher concentrations in the airways, although inter and intra-individual variability may be significant, depending on the size of the particles, and the age, respiratory pattern and characteristics of the patient. In general, only combinations of nebulization systems and drugs that have demonstrated efficacy and safety should be used. Short-acting  $\beta_2$ -agonists, with or without anticholinergics, are used in chronic obstructive pulmonary disease and asthma exacerbations, and in severe or frail patients who cannot coordinate, cooperate, or perform the necessary maneuvers required by other devices. Home use of nebulizers can reduce the number of emergency room visits and hospital admissions when combined with educational strategies. Long-term nebulized antibiotics administered by specific devices are indicated in chronic bronchial infection due to *Pseudomonas aeruginosa*, and in bronchiectasis associated or unassociated with cystic fibrosis. Nebulized hypertonic saline, deoxyribonuclease, and hyaluronic acid can reduce cystic fibrosis exacerbations with mild or moderate lung involvement.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [chiner\\_eus@gva.es](mailto:chiner_eus@gva.es) (E. Chiner Vives).

In order to improve the efficiency of nebulized therapy, we have developed recommendations for patients and prescribers, emphasizing that clinical monitoring and therapeutic follow-up of these patients should be carried out by prescribing specialists. Indications, correct use, types and care of the equipment, and discontinuation of treatment when it is no longer necessary, are reviewed.

© 2020 Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

### *Líneas generales. Análisis de situación de la aerosolterapia domiciliar en España*

La aerosolterapia es un método de tratamiento que permite administrar sustancias en forma de aerosol por vía inhalada, siendo los nebulizadores los dispositivos encargados de generar aerosoles de partículas líquidas. La ventaja principal de la aerosolterapia es que pueden alcanzarse concentraciones mayores de la sustancia en el árbol bronquial, con menores efectos secundarios que por vía sistémica, al depositarse la sustancia directamente en el tracto respiratorio<sup>1-3</sup>. Los factores principales que lo determinan son el tamaño de las partículas y otros dependientes del paciente, como la edad, el patrón respiratorio al efectuar la inhalación, y las condiciones del pulmón subyacente. Entre ellos, el más fácil de controlar es el tamaño de las partículas, si bien es muy importante tener en cuenta que existen diferencias significativas (hasta > 10 veces) entre los nebulizadores actualmente disponibles en Europa<sup>4-5</sup>.

El rendimiento de la aerosolterapia nebulizada, valorado de forma exclusiva en términos de depósito pulmonar es escaso, ya que aproximadamente solo un 10-20% de la medicación se deposita en el pulmón, incluso con los mejores nebulizadores disponibles. Existen estudios que han analizado un grupo amplio de combinaciones de compresor/nebulizador en Gran Bretaña y mostraron que solo el 39% de ellos cumplían criterios adecuados para el uso que se pretendía<sup>6</sup>.

Respecto al sistema de nebulización, no solo influyen las características técnicas del equipo, sino también todos los componentes necesarios para nebulizar un fármaco determinado (conexiones, filtros, pieza bucal, mascarillas, etc.). Todos estos factores condicionan una gran variabilidad inter- e intraindividual en el depósito de una sustancia en el árbol bronquial. Por ello, antes de comenzar un tratamiento nebulizado, debe elegirse preferentemente, el sistema de nebulización que haya probado su eficacia en la administración del preparado que se trate de nebulizar. Solo deberían utilizarse las combinaciones de sistemas de nebulización y fármacos que hayan demostrado su eficacia y seguridad en ensayos clínicos adecuados (grado de recomendación B)<sup>5</sup>.

Aunque muchos pacientes con enfermedades respiratorias avanzadas reciben tratamiento nebulizado, tanto en el hospital como en el domicilio, gran parte de estas prácticas no están basadas en la evidencia científica. Muchos trabajos publicados no proporcionan detalles sobre los nebulizadores empleados, el volumen nebulizado, el tiempo de nebulización o la velocidad de flujo del gas, lo que hace difícil reproducir los estudios<sup>7-10</sup>.

Existen evidencias de que el uso de nebulizadores en domicilio como terapia «de respaldo» o de «urgencia» puede reducir la morbilidad y el uso de los recursos de servicios de salud en pacientes asmáticos, siempre que se acompañen de planes de educación, consistentes en recomendaciones por escrito y guías de autocontrol, de acuerdo con el especialista<sup>11,12</sup>. Sin embargo, un reciente metaanálisis mostró que la administración de broncodilatadores en el asma aguda con nebulizador no produjo resultados significativamente mejores que los inhaladores presurizados administrados

con espaciador en adultos y niños<sup>13</sup>. Si bien la mayor parte de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) pueden ser tratados con dispositivos presurizados con cámara o con inhaladores de polvo seco, un número significativo de pacientes requiere de forma regular o intermitentemente usar aerosoles en domicilio porque son incapaces de utilizar eficazmente otros sistemas, y algunos estudios<sup>3,4</sup> han demostrado disminuir el número de asistencias a urgencias y los ingresos hospitalarios<sup>4,12</sup>.

En España, los datos acerca del número de equipos instalados de aerosolterapia, y otras terapias minoritarias, son muy poco conocidos, aunque se estima que constituye el 10-14% de las terapias respiratorias domiciliarias (TRD), que sobre un 1.000.000, supondría entre 100 000 y 140 000. De hecho, el estudio sobre la eficiencia y beneficios de las terapias respiratorias domiciliarias publicado por la Federación Española de empresas de tecnología sanitaria (FENIN) en 2011 no incluyó esta modalidad de tratamiento<sup>13</sup>. Conviene destacar que aunque el coste diario de la aerosolterapia domiciliar no es alto, el elevado número de pacientes que lo tienen prescrito, su falta de retirada cuando es indicada en el domicilio en fase de exacerbación y el proceso agudo ya ha cedido, y el uso de este recurso sanitario de forma mantenida sin claros criterios de prescripción, ocasiona gastos elevados e ineficiencia, con una gran variabilidad en su prevalencia entre áreas sanitarias. Aunque en los últimos años los costes principales de las TRD se atribuyen al ascenso en las prescripciones de CPAP, el gasto por aerosolterapia domiciliar supone un elevado volumen<sup>8</sup>. Además, con los nuevos sistemas de financiación de las TRD en las comunidades autónomas, como el pago capitativo, puede darse la paradoja de que la aerosolterapia se equipare a otras terapias más complejas, como la ventilación domiciliar, sin distinguir el grado de complejidad de la patología. Además, la aerosolterapia con frecuencia va acompañada de otras prescripciones, como la oxigenoterapia continua domiciliar, por lo que tampoco puede considerarse como un mero sistema técnico de nebulización de medicamentos, sino como una parte más de los paquetes integrados de provisión de servicios de salud.

## **Indicaciones y contraindicaciones clínicas de la terapia. Criterios actualizados de indicación**

### *Indicaciones de nebulización en asma y EPOC*

La aplicación más común de la terapia nebulizada es la administración de fármacos broncodilatadores a estos pacientes<sup>14-17</sup>. Esta terapia se sitúa en el extremo de mayor facilidad de administración pero mayor dificultad de preparación (fig. 1). Repasamos a continuación las recomendaciones de su uso en situación aguda y estable:

- Uso de fármacos broncodilatadores nebulizados en las exacerbaciones agudas de asma del adulto y la EPOC

Los nebulizadores son ampliamente utilizados en las situaciones de exacerbación por la conveniencia de emplear menos personal hospitalario para administrarlo y porque evita la dificultad de la técnica inhalatoria, especialmente en pacientes muy disneicos (grado

C). Sin embargo, los inhaladores manuales, cuando se utilizan con los espaciadores mediante una buena técnica de inhalación son igualmente eficaces para conseguir la broncodilatación en el asma aguda o las exacerbaciones de la EPOC (grado A).

Aunque no existen estudios controlados, los agonistas  $\beta_2$  de acción corta inhalados, con o sin anticolinérgicos de corta duración, son generalmente los broncodilatadores preferidos para el tratamiento de la exacerbación de la EPOC (evidencia C)<sup>18</sup>. Una revisión sistemática de la vía de administración de estos broncodilatadores de acción corta en la exacerbación aguda de adultos con obstrucción al flujo aéreo no encontró diferencias significativas en el FEV1 entre utilizar inhaladores de tipo MDI (con o sin un cámara espaciadora) y los nebulizadores, si bien estos últimos pueden ser más convenientes para los pacientes más graves o frágiles<sup>19,20</sup>.

En cuanto a la forma de administrar el tratamiento en el asma aguda en el entorno hospitalario, el gas impulsor debe ser oxígeno para pacientes gravemente enfermos, o aire comprimido para pacientes estables, si bien esto último no suele llevarse a cabo.

Los pacientes con EPOC deben recibir oxigenoterapia controlada añadida si existe insuficiencia respiratoria, mientras que se debería utilizar un sistema de nebulizador con aire para evitar así empeorar la hipercapnia, aunque no existen evidencias al respecto de la influencia del alto flujo de oxígeno en la aerosolterapia de pacientes hipercápnicos.

- Uso de fármacos broncodilatadores nebulizados en el asma grave y EPOC estables

En el caso de pacientes con asma o EPOC, la aerosolterapia con nebulizador es muy útil si el tratamiento del paciente implica la necesidad de modificar la concentración del fármaco o de combinar fármacos compatibles en solución nebulizada, y es el dispositivo de elección para los pacientes que no pueden coordinar, cooperar o realizar las maniobras inspiratorias necesarias requeridas para el uso de otros dispositivos (niños, ancianos o enfermos con dificultades cognitivas o físicas).

La prescripción ideal para la terapia inhalada sería la que utiliza el dispositivo más simple y más conveniente para administrar la dosis efectiva más baja para cada paciente. Sin embargo, algunos pacientes se benefician de dosis más altas de fármacos broncodilatadores, que podrá darse de forma más conveniente utilizando un nebulizador. Dosis de salbutamol > 1 mg o de bromuro de ipratropio > 160-240 mg se pueden administrar cómodamente usando un dispositivo nebulizador tipo jet (grado C). La terapia de alta dosis solo debe considerarse en los pacientes con obstrucción grave al flujo aéreo tal como esta viene definida en las guías de asma y EPOC (grado C). La terapia nebulizada también puede ser necesaria para algunos pacientes adultos que, después de su conveniente evaluación, no pueden usar un inhalador de mano, incluso con cámaras espaciadoras apropiadas (grado C)<sup>21</sup>.

Los pacientes con EPOC sufren una grave limitación del flujo aéreo espiratorio, una disminución de la capacidad inspiratoria e hiperinflación, lo que reduce el flujo inspiratorio. La incapacidad para generar flujo inspiratorio suficiente (> 40-60 l/m) elimina la posibilidad de utilizar correctamente algunos dispositivos, tales como algunos inhaladores de polvo seco. Además, los pacientes geriátricos suelen tener una fuerza física disminuida, peor destreza y coordinación y una merma de sus capacidades cognitivas; por lo tanto, es muy importante hacer una evaluación completa del paciente con el fin de procurar que coincidan sus capacidades cognitivas y físicas con los requisitos operacionales de un determinado dispositivo de aerosol<sup>22</sup>.

Por tanto, el tratamiento mediante nebulizadores para un paciente con asma o EPOC debería considerarse basándose principalmente en cuatro motivos:

- 1) Requerimiento de dosis muy altas de broncodilatadores inhalados.
- 2) Necesidad de indicar medicamentos inhalados que no pueden ser administrados con ningún otro dispositivo (como sería el caso de la desoxirribonucleasa humana recombinante -Dnasa hr- o un antibiótico).
- 3) Incapacidad por parte de los pacientes para el uso de otros dispositivos (pacientes con deterioro cognitivo y ancianos, que pueden tener dificultades para sincronizar la inhalación con el funcionamiento del dispositivo de inhalación o pueden ser incapaces de generar una tasa de flujo inspiratorio suficiente)<sup>23</sup>.
- 4) En situaciones de crisis grave de asma o exacerbación grave de EPOC, donde la cooperación del paciente con otros dispositivos puede resultar imposible o muy difícil.

- Ventajas del tratamiento con nebulizadores en asma y EPOC
- Los nebulizadores se pueden utilizar a cualquier edad, y para cualquier gravedad de la enfermedad, en especial en situación de exacerbación.
- En algunos casos es posible mezclar más de un medicamento en un nebulizador y dispensarlos simultáneamente, aunque esto alarga el tiempo de administración.
- Uno de los beneficios subjetivos de un nebulizador es que parece fomentar la confianza en el paciente (o de sus padres en el caso de los niños) porque genera una neblina visible durante varios min, lo que «garantiza» que se está administrando la medicación, aunque no hay datos objetivos que apoyen esta idea.
- Por último, los nebulizadores no contienen propelentes que pueden dañar el ambiente.
- Inconvenientes de los nebulizadores en asma y EPOC
- Los nebulizadores utilizan más tiempo que cualquier otro dispositivo manual para administrar fármacos inhalados.
- El sistema de nebulizador/compresor clásico es menos portátil que un *Metered Dose Inhaler* (MDI) o *Dry Power Inhaler* (DPI), aunque ya hay disponibles nuevos dispositivos más pequeños que funcionan con baterías.
- Los nebulizadores son dispositivos «abiertos» que pueden dispersar al medio ambiente las partículas de una serie de medicamentos.
- La eficiencia en el desempeño de diferentes nebulizadores es muy variable y depende de numerosos factores (por ejemplo, la conducción del flujo de gas, el volumen de llenado, las características del fármaco administrado...). Por lo tanto, la cantidad de fármaco disponible para el depósito pulmonar no es predecible, a menos que ese dispositivo en particular se haya estudiado con ese fármaco específicamente.
- Los nebulizadores ultrasónicos han sido demasiado caros para considerarlos como opción inicial en el tratamiento del asma y la EPOC, pero están empezando a ser más baratos y portátiles<sup>24</sup>.

No hay mucha literatura respecto a los problemas que refieren los pacientes con EPOC con el uso de nebulizadores, probablemente porque de todos los tipos de inhaladores, los nebulizadores ofrecen la forma más simple de tratamiento para estos pacientes.

El uso correcto del nebulizador requiere solo respirar normalmente, sin apnea, y entre 60-90 inhalaciones se adquiere la dosis del fármaco. Los problemas habituales citados con los nebulizadores de pequeño volumen no son precisamente los referidos por el paciente, sino más bien las propias desventajas de estos sistemas, como es el tamaño de los equipos y el ruido que pueden generar, la necesidad de compresor o fuente de gas, la necesidad de una fuente de alimentación externa, y el tiempo invertido para inhalar el fármaco. Además, se añade la gran variabilidad en el rendimiento y la capacidad del compresor para nebulizar diferentes soluciones<sup>16</sup>.

### Contraindicaciones de la aerosolterapia nebulizada en asma y EPOC

No existen contraindicaciones para la administración de aerosoles, excepto si hay hipersensibilidad conocida al fármaco, sus conservantes y/o sus excipientes. Como norma general, no se recomienda utilizar nebulizadores en el manejo de estas enfermedades en situación de estabilidad clínica si el fármaco puede administrarse con otros dispositivos, como el cartucho presurizado tipo MDI con o sin cámara espaciadora, o de polvo seco (*pressured Metered Dose Inhaler* [pMDI]) (grado A). La excepción a esta regla es cuando el paciente no puede o no sabe utilizar estos dispositivos de inhalación (grado C)<sup>5</sup>. Dado que por medio de la aerosolterapia suele administrarse al paciente una mayor dosis efectiva del fármaco que con los inhaladores convencionales, es necesario un buen conocimiento de la equivalencia de las dosis administradas por ambos sistemas para evitar o controlar la aparición de efectos secundarios correspondientes a una mayor dosis del fármaco. La edad, el estado cognitivo, la agudeza visual, la destreza manual, la fuerza manual y la capacidad para coordinar el funcionamiento del inhalador con la inhalación pueden ser tan importantes como la gravedad de la enfermedad para determinar el enfoque correcto a la hora de prescribir cuál es el mejor dispositivo para administrar la medicación respiratoria<sup>25</sup>.

### Aerosolterapia en bronquiectasias, fibrosis quística y otros procesos patológicos

Las bronquiectasias (BQ) son dilataciones anormales e irreversibles de los bronquios con alteración del epitelio ciliar, y son el resultado final de distintas enfermedades. Tanto en las BQ debidas a fibrosis quística (FQ) como en las BQ del adulto por cualquier otra etiología, el tratamiento converge en la prevención de las infecciones bronquiales y el tratamiento broncodilatador o antiinflamatorio adicional, que en algunos aspectos no difiere del expresado en el apartado correspondiente al asma o la EPOC. Con independencia de su etiología, los pacientes con BQ son susceptibles de contraer infecciones bronquiales y desarrollar una respuesta inflamatoria que favorece la progresión de la lesión pulmonar, ya que las BQ son una afección crónica, irreversible y progresiva cuyo pronóstico depende de la enfermedad subyacente, la extensión de las lesiones, la repercusión en la función respiratoria y el número y gravedad de las agudizaciones<sup>26</sup>.

La infección bronquial crónica, especialmente por *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), las agudizaciones graves, su frecuente asociación a otras enfermedades de la vía aérea como la EPOC, y la inflamación sistémica se asocian con progresión de la enfermedad<sup>27</sup>. El diagnóstico precoz de las BQ y de su etiología, el tratamiento adecuado de la infección bronquial crónica, los controles clínicos y las medidas preventivas pueden retrasar la progresión de la enfermedad y mejorar la supervivencia en el contexto de un manejo multidimensional y multidisciplinar<sup>28,29</sup>.

Los antibióticos inhalados no están indicados en las agudizaciones leves, que deben tratarse por vía oral, ni en las graves, que deben tratarse por la vía intravenosa. En los pacientes con colonización bronquial inicial (primer aislamiento) por *P. aeruginosa* en BQ debidas a FQ, se recomienda la administración de ciprofloxacino oral junto a un antibiótico inhalado (tobramicina libre de aditivos o colistimetato de sodio) durante 3 semanas y continuar con el inhalado de 3 a 12 meses. En el caso de BQ debidas a otras etiologías, el tratamiento antibiótico nebulizado durante 3 meses se recomienda en el caso de alergia o intolerancia al ciprofloxacino, o junto con este tratamiento en el caso de BQ graves o pacientes inmunodeprimidos en los que el riesgo de cronificación de la infección es más elevado. No se recomienda el tratamiento para la primoinfección por otros

microorganismos, salvo en casos especiales (*Staphylococcus aureus* meticilín resistente)<sup>29</sup>.

Según las recientes normativas de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) sobre el tratamiento de las BQ<sup>29</sup>, el tratamiento antibiótico aerosolizado de forma prolongada está indicado como primera línea de actuación ante la presencia de una infección bronquial crónica por *P. aeruginosa*. Para la situación de infección bronquial crónica por otros microorganismos el tratamiento con antibióticos aerosolizados debe de individualizarse y utilizarse solo en el caso de progresión rápida clínico-funcional de la enfermedad o la presencia de múltiples agudizaciones. En la actualidad, los únicos antimicrobianos aprobados y específicamente formulados para la nebulización son la solución de tobramicina libre de aditivos para inhalación, el colistimetato de sodio, y más recientemente, el aztreonam lisina. Otros antibióticos para su uso nebulizado están en fases más o menos avanzadas de su desarrollo clínico como el ciprofloxacino, levofloxacino, amikacina, vancomicina. En algunos de los antibióticos nebulizados las formulaciones en polvo seco ya han sido comercializadas. En no pocas ocasiones, y ante la falta de alternativa terapéutica, algunos antibióticos han sido preparados para su nebulización desde las presentaciones intravenosas (vancomicina, ceftacídima, gentamicina, etc.) si bien es necesario recordar que deben extremarse las precauciones como consecuencia de las diferentes características químicas de los productos (pH, osmolaridad, excipientes, etc.) y la posibilidad de romper la aseptia, lo que podría provocar un exceso de efectos secundarios. Otros antimicrobianos como ceftazidima, polimixina B, anfotericina B y pentamidina también han sido administrados a través de aerosol. Estos agentes han sido probados en una variedad de patologías, incluidos los pacientes con FQ y las BQ no FQ infectadas por *P. aeruginosa*, la prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica, la profilaxis contra las infecciones pulmonares fúngicas en los pacientes con trasplante de pulmón y la profilaxis de la neumonía por *Pneumocystis jirovecii* (*P. jirovecii*). Los antibióticos inhalados deben administrarse con nebulizadores específicos para este fin, como los compresores de alto flujo con nebulizador a chorro o con nebulizadores electrónicos o de malla. Pueden producir broncoespasmo, aumento de la disnea o molestias torácicas que deben controlarse por lo que se recomienda que las primeras dosis del mismo sean administradas en un medio hospitalario bajo supervisión.

Algunas recomendaciones sobre el tratamiento con antibióticos nebulizados son las siguientes:

- La elección del fármaco se realizará por antibiograma. La elección del antibiótico inhalado frente a *P. aeruginosa* no se efectúa respecto a los resultados del antibiograma, sino en base a los resultados clínicos y purulencia del esputo, debido a que la concentración bronquial del antibiótico al administrarlo por vía nebulizada es mucho mayor a la concentración mínima inhibitoria analizada *in vitro*.
- Las primeras dosis deberían administrarse en un centro hospitalario para la monitorización inicial de efectos adversos o intolerancia/alergias al fármaco.
- Salvo el colistimetato de sodio que se administra de forma continua, tanto tobramicina libre de aditivos como aztreonam lisina se administran en ciclos *on-off* de 28 días.
- La duración del tratamiento en situación de infección bronquial crónica por PA es indefinida o al menos mientras el cociente riesgo/beneficio sea favorable.
- Deben utilizarse preferentemente los antibióticos nebulizados comercializados para este uso. En el caso de necesidad de utilización de antibióticos nebulizados desde soluciones intravenosas debe extremarse la precaución en su preparación y supervisar estrechamente la administración en al menos una sesión previa



(Tomada y modificada de Newman SP, EurRespirRev 2005)

**Figura 1.** Escala gráfica que sitúa cada dispositivo en función de la facilidad de preparación y uso. Tomada y modificada de Newman SP<sup>17</sup>.

realizada en el hospital, ante un posible aumento del número y/o gravedad de efectos adversos.

- Previo a su administración se recomienda la inhalación de un broncodilatador de acción rápida, el suero fisiológico hipertónico y el drenaje de secreciones.

La solución salina hipertónica nebulizada y la desoxirribonucleasa pueden reducir las agudizaciones en la FQ con afectación pulmonar leve o moderada, aunque la desoxirribonucleasa no se ha demostrado efectiva en otra etiología distinta de la FQ. En estos casos puede emplearse la solución salina hipertónica nebulizada<sup>30</sup>. La adición de ácido hialurónico al suero salino nebulizado puede mejorar la tolerancia en pacientes con intolerancia al suero salino inhalado<sup>31</sup>. Un reciente metaanálisis muestra que el uso regular de solución salina hipertónica nebulizada en adultos y niños mayores de 12 años con FQ puede mejorar la función pulmonar reduciendo la frecuencia de las exacerbaciones y mejorar la calidad de vida en adultos. Además es un complemento eficaz de la fisioterapia durante las exacerbaciones agudas en adultos<sup>32</sup>.

Otras indicaciones menos frecuentes de la antibioterapia inhalada serían la prevención de algunos tipos de infecciones fúngicas en pacientes con neoplasias hematológicas y en los trasplantados de pulmón. La pentamidina en aerosol es una alternativa relativamente bien tolerada a los agentes orales para la profilaxis primaria y secundaria de la neumonía por *P. jirovecii* en pacientes apropiados con infección por el virus de la inmunodeficiencia humana o pacientes con enfermedades inmunosupresoras, como los receptores de trasplante de células madre hematopoyéticas<sup>33</sup>.

La terapia inhalada con vasodilatadores también se ha empleado en la hipertensión pulmonar grave<sup>34</sup>.

**Tabla 1**  
Factores que condicionan la nebulización

Flujo del nebulizador:	Cuanto más alto sea mayor es la fragmentación y las partículas serán más pequeñas, 50% de ellas entre 2-5 $\mu\text{m}$ , por lo que debe de oscilar entre 6-8 l/m
Tamaño de la partícula:	Conseguir que el 50% de las partículas sean < 5 $\mu\text{m}$
Presentación del medicamento y viscosidad:	A mayor viscosidad menor es el ritmo de salida por ello las soluciones se fragmentan mejor que las suspensiones
Volumen del fármaco a nebulizar y residual:	Se recomienda entre 3-4 ml con un volumen residual entre 0,5-1,5 ml
Tipo de dispositivo para aspirar el medicamento:	Las boquillas aportan más fármaco que las mascarillas
Tiempo de administración	Entre 8 y 25 min

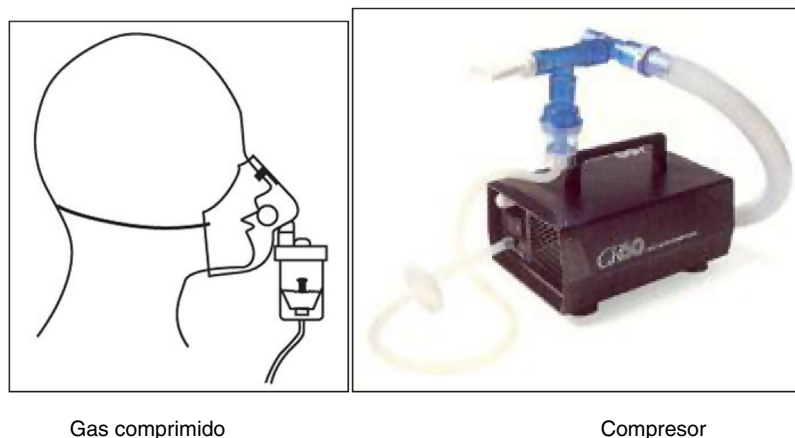
### Equipos y sistemas de administración

Actualmente todos los equipos nebulizadores se componen de una cámara de nebulización, donde se va a depositar el líquido y donde se generará el aerosol, y de una fuente de energía para hacerle funcionar. Las partículas producidas llegarán al individuo a través de una interfase, la cual es habitualmente una máscara nasobucal o una pieza bucal, aunque se pueden emplear también para ciertos casos una máscara traqueal, una conexión en T a la tráquea, un acoplamiento a los circuitos de ventilación mecánica, etc. Estos sistemas deberán ser cuidadosamente elegidos en relación con las características del paciente y de la sustancia a emplear. La boquilla es la más recomendada. El uso de una máscara aumenta la cantidad de aerosol depositado en la cara, en los ojos y en las fosas nasales, con efectos secundarios en algunos casos (esteroides; anticolinérgicos). Tanto si se utiliza una boquilla o una mascarilla, es importante indicar al paciente que inhale a través de la boca durante todo el tratamiento.

El depósito del fármaco en la vía aérea varía en general entre un 5-12% aunque existen factores que van a determinar que la nebulización sea más efectiva<sup>35</sup> (tabla 1).

### Equipos de nebulización

Existen fundamentalmente tres tipos de nebulizadores dependiendo de la fuente de energía que empleen: 1) nebulizadores de chorro, 2) nebulizadores ultrasónicos y 3) nebulizadores de malla o electrónicos<sup>4,36-38</sup>.



**Figura 2.** Ejemplos de nebulizadores de chorro.

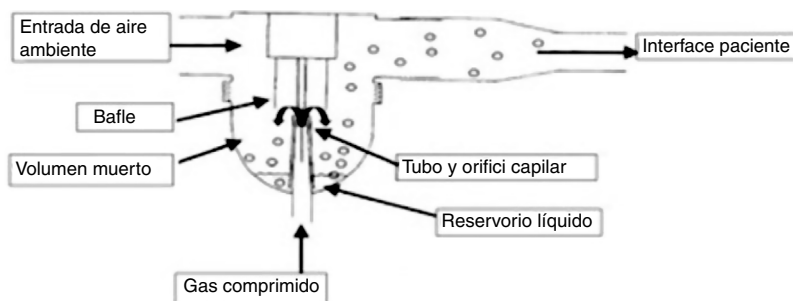


Figura 3. Mecanismo de acción de los nebulizadores de chorro.

Tabla 2  
Características técnicas de los compresores de alto flujo

Conexión eléctrica disponible	230 V-50 Hz 130 VA/115-60 Hz 2 A Máx
Dimensiones de la carcasa	220V-60 Hz 180 VA
Peso	Reducidas para su portabilidad
Nivel de ruido	< 3 kg
Presión máxima	< 65 dB
Flujo dinámico	Aproximadamente 1,4 bar ± 0,5
	> 8 l/m

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

Tabla 3  
Características técnicas de los compresores de bajo flujo

Conexión eléctrica disponible	230 V-50 Hz 130 VA/115-60 Hz 2 A Máx
Dimensiones de la carcasa	220V-60 Hz 180 VA
Peso	Reducidas para su portabilidad
Nivel de ruido	< 3 kg
Presión máxima	< 65 dB
Flujo dinámico	Aproximadamente 0,5 bar
	6 - 8 l/m

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

- Los nebulizadores neumáticos de chorro son los más empleados. Utilizan como fuente de energía un gas comprimido (aire u oxígeno) o un compresor mecánico de aire (fig. 2).

Un nebulizador neumático entrega gas comprimido a través de un chorro, causando una región de presión negativa. La solución que va a ser aerosolizada es arrastrada hacia la corriente del gas y es disuelta en una película líquida. Esta película es inestable y se rompe en gotitas debido a las fuerzas de tensión superficial. Un baffle o deflector en la corriente del aerosol produce partículas más pequeñas. Las más grandes vuelven de nuevo al depósito y las de un tamaño adecuado pueden ser inhaladas (fig. 3).

El compresor es un aparato eléctrico que succiona el aire ambiente, lo comprime, lo pasa por un sistema de filtrado y lo dirige a la cámara nebulizadora. Dependiendo de la potencia del motor el flujo que se consigue será mayor o menor, pero lo que importa es el flujo dinámico de cada modelo, esto es, el flujo real del mismo cuando está conectado a un determinado nebulizador y que siempre será menor que el estático. Cuanto mayor sea ese flujo dinámico, las partículas que se generen serán más pequeñas, el tiempo de nebulización menor y se conseguirá mayor depósito pulmonar. En la actualidad disponemos de compresores de flujo alto (flujo dinámico mayor de 8 l/m) y de flujo bajo (flujo dinámico menor de 8 l/m) (tablas 2 y 3).

Según su funcionamiento durante la fase respiratoria, existen varios modelos de nebulizadores de chorro:

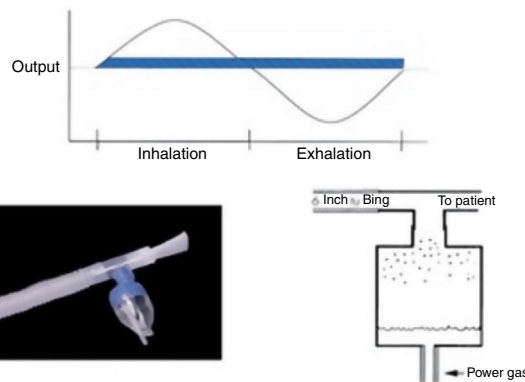


Figura 4. Nebulizadores de chorro de liberación continua.

Tabla 4  
Características técnicas de los nebulizadores de chorro con liberación constante

Flujo de aerosol	Continuo (inspiración y espiración)
Diámetro de la masa media aerodinámica	2 - 5 µm
Porcentaje de partículas < 5 µm	> 50%
Tiempo de nebulización	Entre 10 y 15 min
Volumen residual	< 1,5 ml ± 0,5
Capacidad de la cámara nebulizadora	2 - 8 ml

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

Tabla 5  
Características técnicas de los nebulizadores de chorro con efecto Venturi

Flujo de aerosol	Con disponibilidad de efecto Venturi o doble Venturi dosimétrico
Diámetro de la masa media aerodinámica	1 - 5 µm
Porcentaje de partículas < 5 µm	> 70%
Tiempo de nebulización	Entre 10 y 15 min
Volumen residual	< 1,5 ml ± 0,5
Capacidad de la cámara nebulizadora	2 - 8 ml

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

- De liberación constante. Generan el aerosol de manera continuada, tanto en inspiración como en espiración. Durante la fase espiratoria se va a perder hacia el ambiente casi un 70% del volumen de líquido a nebulizar, lo que presenta un claro perjuicio económico y un riesgo de contaminación para las personas cercanas (fig. 4) (tabla 4).
- Con efecto Venturi activo en la fase inspiratoria. Durante esta fase estos sistemas son capaces de conseguir que el flujo inspiratorio se sume al flujo generado por el compresor, aportando además un sistema de válvulas que impiden la salida al ambiente del aerosol durante la espiración<sup>39</sup> (fig. 5) (tabla 5).

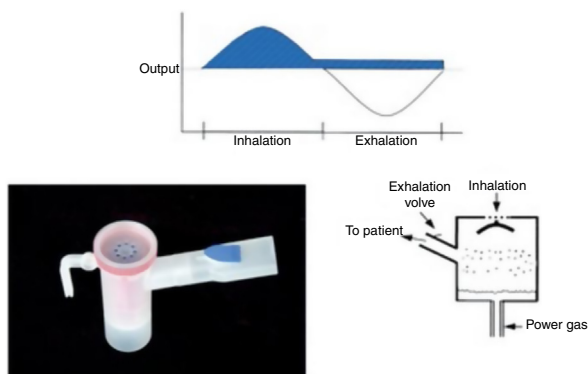


Figura 5. Nebulizadores de chorro a respiración mejorada.

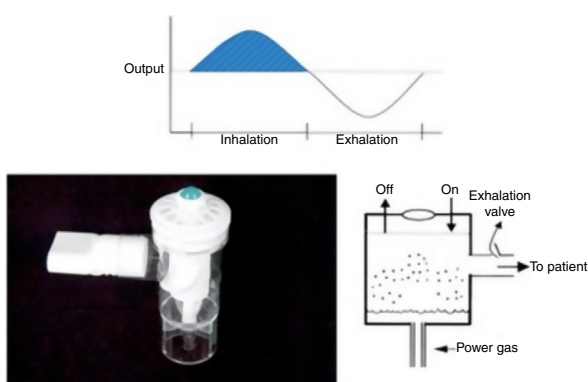


Figura 6. Nebulizadores de chorro «dosimétricos».

- Dosimétricos. Son los más efectivos, pues se regulan según el flujo respiratorio de cada paciente, administrando el aerosol únicamente durante la inspiración, reduciendo totalmente la salida del mismo hacia el ambiente (fig. 6) (tabla 6).
- Nebulizadores ultrasónicos. En estos casos la fuente de energía es la vibración a alta frecuencia de un cristal piezoeléctrico. Las vibraciones del cristal producen oscilaciones en el líquido, dando lugar a la nebulización del mismo. Los flujos que se consiguen oscilan entre 2 y 20 l/m. Pueden nebulizar grandes cantidades de líquido, y se emplean fundamentalmente con el suero salino isotónico y con los broncodilatadores, pero no son apropiados para nebulizar fármacos en suspensión ni antibióticos, porque el calor que generan puede afectar la estabilidad de los mismos al

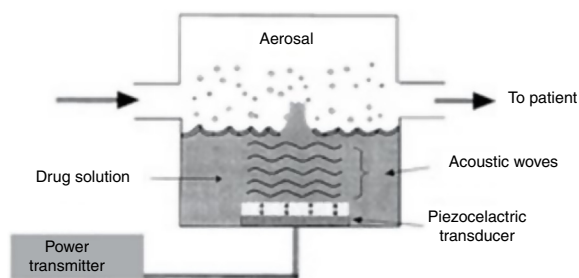


Figura 7. Mecanismo de acción de nebulizadores ultrasónicos.

desnaturalizar los componentes proteicos de los preparados<sup>35,40</sup> (figs. 7 y 8) (tabla 7).

- Nebulizadores de malla o electrónicos (fig. 9), en estos aparatos se genera el aerosol al pasar el líquido mediante una presión determinada por los orificios de una malla (malla estática), o utilizando una placa de abertura unida a un material piezoeléctrico que vibra a alta frecuencia creando una acción de bombeo para producir el aerosol desde la solución líquida (malla dinámica), sin precisar de compresor. Son más pequeños, menos pesados y ruidosos que los anteriores y pueden funcionar además con baterías. Algunos liberan el aerosol en la fase inspiratoria, al detectar el patrón respiratorio del paciente sobre varias respiraciones y lanzar después los pulsos del aerosol durante una predeterminada porción en la fase inspiratoria, optimizando con ello el tratamiento y evitando contaminación ambiental (fig. 9). Consiguen un mayor depósito del fármaco en los pulmones y son más rápidos, lo que favorece el cumplimiento terapéutico por parte del paciente. Son los más utilizados para la nebulización de antibióticos a largo plazo<sup>41</sup> (tabla 8).

Es preciso un análisis coste eficacia de los equipos de aerosolterapia de malla prescritos. Se recomienda esta terapia principalmente en pacientes con FQ y BQ.

Las principales ventajas e inconvenientes de todos estos tipos de nebulizadores se resumen a continuación<sup>35</sup> (tabla 9), así como los principales parámetros que deben ser estandarizados en la utilización de todos los sistemas de nebulización<sup>42</sup> (tabla 10).

Hay que tener muy en cuenta la influencia de todos y cada uno de los componentes de estos dispositivos en su conjunto para los resultados esperados de la nebulización, incluyendo la propia sustancia a inhalar, por lo que el cambio o la modificación en alguno de ellos podría intervenir en la eficacia de la liberación de dicho producto, haciendo necesaria una redefinición del sistema nebulizador. Es por ello que en muchas ocasiones se tenga que emplear el nebulizador especificado por el fabricante para algún fármaco en concreto, al

Tabla 6  
Características técnicas de los nebulizadores de chorro dosimétricos

Conexión eléctrica disponible	230 V-50 Hz 130 VA/115-60 Hz	220V-60 Hz 180 VA
Adaptador eléctrico / baterías	12 V – 12 VDC 1,5 A	
Dimensiones del dispositivo	Reducidas para su portabilidad	
Peso	< 3 kg	
Nivel de ruido	< 40 dB	
Flujo de aerosol	En inspiración (y/o según patrón respiratorio del paciente)	
Diámetro de la masa media aerodinámica	1 – 6 μm	
Porcentaje de partículas < 5 μm	> 70%	
Tiempo de nebulización	Entre 1 y 15 min	
Volumen residual	< 1 ml ± 0,9	
Capacidad de la cámara nebulizadora	2 – 20 ml	
Dosificación de la medicación	Disponible	
Sistema de grabación del cumplimiento de las sesiones de tratamiento	Disponible	
Programación de tratamiento	Disponible	
Descarga de información	Disponible	

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.



Figura 8. Ejemplos de nebulizadores ultrasónicos.



Figura 9. Ejemplos de nebulizadores de malla.

**Tabla 7**  
Características técnicas de los nebulizadores ultrasónicos

Conexión eléctrica disponible	230 V-50 Hz 130 VA/115-60 Hz 220V-60 Hz 180 VA
Batería	Según modelo (posibilidad)
Dimensiones del dispositivo	Reducidas para su portabilidad
Peso	< 5 kg
Frecuencia ultrasónica	1 - 3 MHz
Flujo de aerosol	Continuo (inspiración /expiración)
Diámetro de la masa media aerodinámica	1 - 6 $\mu$ m
Porcentaje de partículas < 5 $\mu$ m	> 70%
Tiempo de nebulización	Variable, entre 1 y 30 min
Volumen residual	< 1 ml $\pm$ 0,9
Capacidad de la cámara nebulizadora	> 2 ml

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

haber sido probada la eficacia del dispositivo para esa sustancia en ensayos previos. No se recomienda el uso de nebulizadores con medicamentos no probados previamente.

#### Mascarillas y boquillas

Las boquillas son la forma más adecuada de administrar los fármacos inhalados mediante dispositivos manuales (MDI o DPI), sin embargo las mascarillas pueden ser necesarias para el tratamiento de pacientes con disnea aguda o pacientes que no cooperan, como bebés y niños pequeños o para el tratamiento de una sinusitis concomitante. La mascarilla no es solo un conector entre el dispositivo

**Tabla 8**  
Características técnicas de los nebulizadores de malla

Conexión eléctrica disponible	230 V-50 Hz 130 VA/115-60 Hz 220V-60 Hz 180 VA
Adaptador eléctrico / baterías	12 V - 12 VDC 1,5 A
Dimensiones del dispositivo	Reducidas para su portabilidad
Peso	< 3 kg
Nivel de ruido	< 40 dB
Flujo de aerosol	Efecto Venturi
Diámetro de la masa media aerodinámica	1 - 5 $\mu$ m
Porcentaje de partículas < 5 $\mu$ m	> 70%
Tiempo de nebulización	Variable entre 1 y 15 min.
Volumen residual	< 1 ml $\pm$ 0,9
Capacidad de la cámara nebulizadora	2 - 8 ml

Tomada y modificada de Ancochea y Alfageme<sup>5</sup>.

y el paciente, sino que su diseño de la mascarilla es diferente en función del dispositivo para el que va a utilizarse. Por ejemplo, una cámara espaciadora con mascarilla facial debe tener un sello hermético para lograr un óptimo depósito pulmonar. En contraste, la mascarilla facial para un nebulizador no debe incorporar un sello hermético, sino que debe tener orificios de ventilación para reducir el depósito del fármaco en la cara y en los ojos.

#### Elección del tipo de nebulizador

El tamaño de la vía aérea, la frecuencia respiratoria, el flujo inspiratorio y el patrón respiratorio son las características más



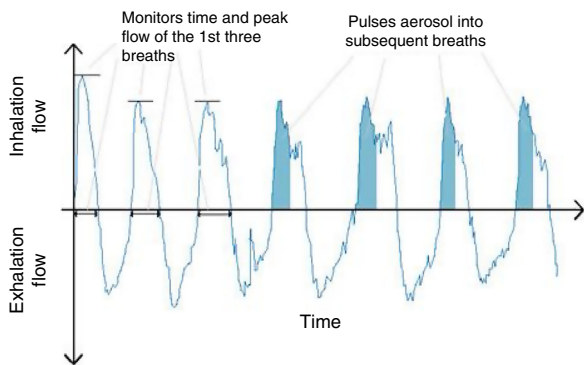
**Tabla 9**  
Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de nebulizadores

	Ventajas	Inconvenientes
Nebulizadores ultrasónicos	Nebulizan grandes volúmenes de líquido. Más silenciosos que los de chorro.	Desnaturalizan algunos fármacos por el calor. No nebulizan suspensiones. No adecuados para niños < 3 a. Compresores pesados y ruidosos
Nebulizadores de chorro	Proporcionan altos flujos. Más rápidos que los ultrasónicos. Pueden nebulizar suspensiones / soluciones	
Nebulizadores de malla	Pueden funcionar con baterías y pilas (además de electricidad). Poco voluminosos y silenciosos. Pueden nebulizar suspensiones / soluciones Más rápidos que los de chorro	Menos resistentes que los de chorro. Faltan estudios de equivalencia con algunos fármacos

Tomada y modificada de Máiz y Wagner.<sup>35</sup>

**Tabla 10**  
Parámetros a estandarizar en los sistemas de nebulización

Tipo de nebulizador
Gas elegido
Presión del gas
Tasa de flujo del gas
Fármaco y formulación
Llenado de cámara nebulización (recomendado por cada fabricante)
Tiempo de nebulización
Accesorios (pieza bucal; máscara facial; etc.)
Volumen residual del líquido (cantidad de fármaco que queda en la cámara)



**Figura 10.** Liberación aerosol en los nebulizadores de malla (I-neb© Respirationics).

importantes que hay que tener en cuenta a la hora de decidir cuál es la mejor forma de administrar el fármaco en aerosol de manera que se asegure la eficacia y los resultados esperados con el tratamiento<sup>15</sup>.

La administración eficaz de los medicamentos en aerosol depende de la edad del paciente, su capacidad física y cognitiva, el sistema de administración y la interfase paciente-dispositivo.

En indicaciones crónicas y edad pediátrica, se prescribirá el tipo de nebulizador de mayor velocidad de flujo y adecuación a las necesidades escolares y de autonomía del paciente.

La capacidad física hace referencia a la capacidad de los pacientes para utilizar un determinado dispositivo, y depende de factores tales como el volumen y flujo inspiratorio, la coordinación mano-respiración, o la capacidad de utilizar una boquilla. La capacidad cognitiva indica la comprensión del paciente sobre cómo y cuándo usar el dispositivo con su medicación.

La selección del generador de aerosol está limitada por la disponibilidad de los medicamentos para un dispositivo específico o por el tipo de generador de aerosol, además del coste, que depende del tipo de dispositivo, la marca, la formulación de los fármacos prescritos y la dosis a administrar<sup>19</sup>.

### Recomendaciones generales de indicación y uso

Las siguientes recomendaciones se realizan atendiendo a los criterios de:

#### a) Recomendaciones de la evaluación, desarrollo y evaluación (GRADE)<sup>20</sup>:

- Se recomienda que la selección adecuada del generador de aerosol y la interfaz se haga en base a la edad del paciente, su capacidad física y cognitiva, el coste y la disponibilidad del fármaco prescrito para su uso con un dispositivo específico (1B).
- Se recomiendan medicamentos de dosis unitarias para reducir el riesgo de infección (2C).
- Se recomienda que los profesionales de la salud conozcan el uso correcto de los generadores de aerosoles, y que enseñen y revisen periódicamente el uso correcto de los dispositivos de aerosol a los pacientes (1A).
- Se recomienda que se emplee un nebulizador o un dispositivo pMDI para el tratamiento con aerosoles durante la VNI (1B).

#### b) Recomendaciones para los prescriptores<sup>20</sup>

Los prescriptores deben:

- Elegir un nebulizador basados en las recomendaciones dadas para el medicamento que se prescribe.
- Elegir un compresor que haya sido probado con la marca de nebulizador recetado.
- Indicar a los pacientes que tienen que limpiar sus nebulizadores después de cada uso, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Indicar a los pacientes que deben tener cuidado de no tocar la malla al limpiar nebulizadores de malla, si es el que utilizan, ya que esto podría dañar el aparato.

No existe un inhalador perfecto, y cada uno tiene ventajas y desventajas, pero hay un creciente reconocimiento de que un resultado clínico exitoso viene determinado tanto por elección de un dispositivo inhalador adecuado como por los fármacos que van a utilizarse en ellos. El depósito de medicamentos de cualquier dispositivo de terapia inhalada depende de cómo el paciente es capaz de prepararlo, y a continuación, cómo inhala de él.

Las dificultades entre dispositivos de terapia inhalada para completar estos dos pasos correctamente puede ilustrarse gráficamente (fig. 1); pMDI es el más fácil de preparar y el más difícil de inhalar correctamente, mientras los nebulizadores se sitúan en el extremo opuesto. El mejor dispositivo para los pacientes con EPOC es, sin duda, uno para el que estos pasos se pueden realizar con éxito y sin problemas importantes. Por lo tanto, la elección de un dispositivo inhalador debe tener en cuenta la probabilidad de que los

pacientes serán capaces de utilizar un determinado dispositivo de forma correcta, la rentabilidad, la preferencia y la expectativa de la adherencia del paciente al tratamiento<sup>17</sup> (fig. 10).

#### *Peligros y complicaciones del uso de nebulizadores*

- Contaminación bacteriana del aparato por limpieza y desinfección deficiente entre dosis administradas. Cuando esta contaminación se produce, aumenta el riesgo de infección, con lo que ello implica en estos pacientes con enfermedades respiratorias crónicas.
- Los cuidadores y los «espectadores» del tratamiento nebulizado tienen también riesgo de infección debido a la inhalación de patógenos dispersados por los aerosoles generados por el propio paciente que está recibiendo su tratamiento.
- El mal funcionamiento del dispositivo y/o su inadecuado manejo puede resultar en la infradosificación o sobredosisificación.
- Los efectos secundarios pueden ocurrir en cualquier momento durante la nebulización continua, por lo que se requiere una evaluación frecuente de los mismos<sup>19</sup>.

#### **Responsabilidad de prescripción**

La prescripción de aerosolterapia es una competencia de Neumología, aunque la realidad es que también otras especialidades como Atención Primaria, Medicina Interna, servicios de Urgencias, ORL o Pediatría intervienen en el proceso de prescripción.

No se contempla la prescripción mantenida en el tiempo por parte de Atención Primaria salvo si esta surgiera en el contexto de programas protocolizados y coordinados con otras unidades o modalidades asistenciales de cuidados paliativos distintos de los servicios prescriptores (oncología, UHD, geriatría...).

#### **Reevaluación y seguimiento**

El control clínico y el seguimiento terapéutico de estos pacientes se llevarán a cabo por los especialistas prescriptores (al primer mes, y si la prescripción es crónica, al menos cada 6 meses) para asegurarse que el tratamiento continúa siendo efectivo y seguro, así como para reevaluar la pertinencia de continuar con su indicación.

Cuando el tratamiento administrado mediante nebulizadores se haya indicado por una exacerbación de la enfermedad de base o infección aguda (ej. crisis de asma o bronquiolitis en niños), la indicación debe reevaluarse una vez resuelto el episodio agudo y contemplar la retirada del nebulizador. La empresa prestadora del servicio debe establecer un protocolo de control técnico del dispositivo de nebulización con una cadencia mínima semejante a la del control médico, así como cuando el paciente o el personal «prescriptor» lo requieran. Este control debe maximizarse durante los primeros meses de tratamiento, momento en el que suelen aparecer los principales problemas de incumplimiento, efectos adversos y dificultades en la administración de un tratamiento nebulizado crónico.

#### **Suspensión del tratamiento**

El tratamiento con aerosolterapia domiciliaria podrá suspenderse en las siguientes circunstancias:

- A juicio del médico prescriptor, cuando el paciente no cumpla los criterios de indicación, o haya superado la situación aguda que motivó su prescripción.
- Infecciones repetidas atribuibles a deficiente limpieza del aparato, cuando, tras la evaluación del prescriptor, se constata la imposibilidad de solución (pacientes o cuidadores de edad

avanzada, gran dependencia, institucionalizados, hábitos higiénicos deficientes...).

- Por rechazo del paciente o comprobación de su ineficacia.
- Por imposibilidad de manejo correcto por parte del paciente o sus cuidadores.
- En caso de incumplimiento manifiesto del tratamiento y ante la inasistencia a las revisiones programadas, la unidad prescriptora podrá proceder a la suspensión del tratamiento y retirada del equipo por la empresa prestadora del servicio.
- Por caducidad de la prescripción.
- Cuando se produzca el fallecimiento del paciente.

#### **Estratificación del perfil de aerosolterapia**

El estudio del impacto de las características del paciente en el cumplimiento se ha centrado en los dispositivos y equipos. Los esfuerzos han ido encaminados a identificar las barreras del empleo de los mismos que tienen dos consecuencias negativas: el uso incorrecto o el abandono. La edad del paciente, su dependencia, la posología (horarios y duración), etc. son algunas de estas características. En TRD la segmentación de pacientes atendiendo a estas características implica poder proporcionar una mejor atención al paciente, al adaptar el proceso asistencial (tratamiento, seguimiento y control), tanto a nivel de educación y formación, como en frecuencias de visitas y uso de canales asistenciales (consulta, domicilio, telefónico...).

La dispensación de los dispositivos se realizará, por regla general, en los centros de atención de las empresas de TRD en el caso de que el paciente pueda desplazarse, siendo su personal asistencial cualificado el responsable de dotar el equipamiento adicional (mascarillas, pipetas) y la forma de administración, según las indicaciones del facultativo. En pacientes de edad avanzada y cuando no pueda desplazarse, la dispensación se efectuará a domicilio, siendo el personal especializado el responsable de la educación al paciente y el adiestramiento a los familiares y cuidadores.

Las empresas de TRD deben reportar, al menos anualmente, el número de equipos no empleados de forma regular en el domicilio, con el fin de proceder a su validación o suspensión de la terapia por el facultativo prescriptor.

#### **No hacer en aerosolterapia:**

#### **¿Qué no debemos hacer en aerosolterapia?**

- Prescribir aerosolterapia en el domicilio de pacientes con asma y EPOC sin revisar su indicación más allá de 30 días.
- No suspender y retirar los dispositivos si el tratamiento ya no está indicado.
- No conocer el tipo de nebulizador prescrito.
- No indicar a los pacientes que tienen que limpiar sus nebulizadores después de cada uso, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- No indicar a los pacientes que deben tener cuidado de no tocar la malla al limpiar este tipo de nebulizadores, ya que esto podría dañar el equipo.
- No deben emplearse nebulizadores en general, en aquellos pacientes que puedan beneficiarse de tratamiento con inhaladores convencionales, preferiblemente de polvo seco.
- No se debe utilizar el oxígeno como gas para nebulizar. En pacientes con oxigenoterapia continua domiciliaria (OCD), se deben mantener las gafas nasales con oxígeno al flujo prescrito mientras dura la nebulización.
- No debe utilizarse la primera dosis de fármacos inhalados o nebulizados sin supervisión hospitalaria en aquellos casos que pudieran provocar alergia o importantes efectos adversos, en especial el suero hipertónico y los antibióticos nebulizados.

- Prescribir antibióticos inhalados en bronquiectasias no colonizadas. Los antibióticos inhalados no están indicados en las agudizaciones de pacientes con bronquiectasias, tanto por fibrosis quística como de otra etiología, sino en el contexto de la colonización crónica por microorganismos específicos, como *P. aeruginosa* o en la infección por microorganismos resistentes a los antibióticos orales.
- No utilizar nebulizadores con sustancias que no estén contempladas para su uso en las especificaciones técnicas del equipo.

### Conflicto de intereses

Estrella Fernández Fabrellas declara haber realizado labores de asesoramiento científico para Roche Pharma y Boehringer Ingelheim.

Miguel Ángel Martínez García declara que ha recibido becas/financiación de Zambon, Grifols, Praxis, TEVA, Chiesi, Vitaira, y Philips.

El resto de los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Muirs MF. Overview of nebuliser treatment. *Thorax*. 1997;52 Supl 2:25–30.
- O'Callaghan C, Barry PW. The science of nebuliser drug delivery. *Thorax*. 1997;52(Supl 2):31–44.
- O'Donohue W and the National Association for Medical Direction of Respiratory Care Consensus Group. Guidelines for the use of nebulizers in the home and domiciliary sites. *Chest*. 1996; 109: 814–820.
- Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR, Bauer TT, Carone M, Dautzenberg B, et al. European Respiratory Society Guidelines Task Force on the use of nebulizers. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. *Eur Respir J*. 2001;18:228–42.
- Ancochea J, Alfageme I. Terapias respiratorias. *Arch Bronconeumol*. 2009;45 Supl 2:2–28.
- Smith EC, Denyer J, Kendrick AH. Comparison of twenty three nebuliser/compressor combinations for domiciliary use. *Eur Respir J*. 1995;8, 1214–1221.
- Monsó E, Izquierdo J, Piqué JL, Coll R, Miró J, Morera J. Oxigenoterapia Crónica y otros utillajes neumológicos de uso domiciliario en el Barcelonés Nord i Maresme. Estudio descriptivo. *Ach Bronconeumol*. 1994;30:245–7.
- Ministerio de Sanidad y Consumo-Instituto de Salud Carlos III. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Oxigenoterapia crónica a domicilio, aerosolterapia y ventilación mecánica a domicilio. Indicaciones, requisitos y criterios de supervisión. Madrid: AETS - Instituto de Salud Carlos III, Abril de 1995.
- Best practice for nebuliser treatment. The Nebuliser Project Group of the British Thoracic Society Standards of Care Committee. *Thorax*. 1997; 52 (Supl 2): S1–24.
- Hosker HS, Teale C, Greenstone MA, Muers MF. Assessment and provision of home nebulizers for chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in the Yorkshire region of the UK. *Respir Med*. 1995;89:47–52.
- Vendrell M, de Gracia J. Administración de aerosoles en nebulizador: ventajas e inconvenientes. *Arch Bronconeumol*. 1997;33 Supl 2:23–6.
- Barta SK, Crawford A, Roberts CM. Survey of patients' views of domiciliary nebuliser treatment for chronic lung disease. *Respir Med*. 2002;96:375–81.
- Federación española de empresas de tecnología sanitaria (FENIN). Estudio sobre la eficiencia y los beneficios de las terapias respiratorias domiciliarias. [consultado 4 Ene 2019]. Disponible en: <http://panelfenin.es/uploads/plataforma/documents/24.documentacion.FENIN.TerapiasResp.ok.pdf>.
- Cates CJ, Welsh EJ, Rowe BH. Holding chambers (spacers) versus nebulisers for beta-agonist treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Sep 13;9:CD000052.
- Ari A, Restrepo RD. Aerosol Delivery Device Selection for Spontaneously Breathing Patients: 2012. *Respir Care*. 2012;57:613–26.
- Rau JL. Practical problems with aerosol therapy in COPD. *Respir Care*. 2006;51:158–72.
- Newman SP. Inhaler treatment options in COPD. *Eur Respir Rev*. 2005;14(96):102–8.
- Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; 187: 347–365.
- Turner MO, Patel A, Ginsburg SJ, FitzGerald M. Bronchodilator Delivery in Acute Airflow Obstruction. A Meta-analysis. *Arch Intern Med*. 1997;157:1736–44.
- Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. *Eur Respir J*. 2001;18:228–42.
- Ari A, Fink JB. Guidelines for aerosol devices in infants, children & adults: which to choose, why and how to achieve effective aerosol therapy. *Expert Rev Respir Med*. 2011;5:561–72.
- Laube BL, Janssens HM, de Jongh FHC, Devadason SG, Dhand R, Diot P, et al. ERS/ISAM Task Force Report. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. *Eur Respir J*. 2011;37:1308–31.
- Tashkin DP. A review of nebulized drug delivery in COPD. *International Journal of COPD*. 2016;11:2585–96.
- Geller DE. Comparing clinical features of the nebulizer. Metered-Dose Inhaler, and Dry Powder Inhaler. *Respir Care*. 2005;50:1313–21.
- Rogliani P, Calzetta L, Coppola A, Cavalli F, Ora J, Puxeddu E, et al. Optimizing drug delivery in COPD: The role of inhaler devices. *Respir Med*. 2017;124: 6–14.
- Martínez-García MÁ, Máiz L, Olveira C, Girón RM, de la Rosa D, Blanco M et al. Spanish Guidelines on the Evaluation and Diagnosis of Bronchiectasis in Adults. *Arch Bronconeumol*. 2018;54:79–87.
- Martínez-García MA, Soler-Cataluña JJ, Perpiñá-Tordera M, Román-Sánchez P, Soriano JB. Factors associated with lung function decline in adult patients with stable non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Chest*. 2007;132:1–8.
- Flume PA, O'Sullivan BP, Robinson KA, Goss CH, Mogayzel PJ, Willey-Courand DB, et al. Cystic fibrosis pulmonary guidelines. Chronic medications for maintenance of lung health. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176:957–69.
- Martínez-García MÁ, Máiz L, Olveira C, Girón RM, de la Rosa D, Blanco M, et al. Spanish Guidelines on Treatment of Bronchiectasis in Adults. *Arch Bronconeumol*. 2018;54:88–98.
- Pasteur MC, Bilton D, Hill AT, British Thoracic Society Bronchiectasis non-CF Guideline Group. British Thoracic Society guideline for non-CF bronchiectasis. *Thorax*. 2010;65 Suppl 1:i1–58.
- Máiz L, Girón RM, Prats E, Clemente MG, Polverino E, Caño Set al. Addition of hyaluronic acid improves tolerance to 7% hypertonic saline solution in bronchiectasis patients. *Ther Adv Respir Dis*. 2018;12, 1753466618787385.
- Wark P, McDonald VM. Nebulised hypertonic saline for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;9. CD001506.
- Baranda F, Gómez A, Gómez B. Antibioterapia inhalada en otras enfermedades respiratorias. *Arch Bronconeumol*. 2011;47 Supl 6:24–9.
- Olschewski H, Simonneau G, Galie N, Higenbottam T, Naeije R, Rubin LJ, et al. Aerosolized Iloprost Randomized Study Group. Inhaled iloprost for severe pulmonary hypertension. *N Engl J Med*. 2002;347:322–9.
- Máiz I, Wagner C. Beneficios de la terapia nebulizada: conceptos básicos. *Arch Bronconeumol*. 2011;47 Supl 6:2–7.
- Hess D. Nebulizers: principles and performance. *Respir Care*. 2000;45:609–22.
- Rau JL, Ari A, Restrepo RD. Performance comparison of nebulizer designs: constant output, breath-enhanced, and dosimetric. *Respir Care*. 2004;49:174–9.
- Dolovich MB, Dhand R. Aerosol drug delivery: developments in design and clinical use. *Lancet*. 2011;377:1032–45.
- Devadason SG, Everard ML, Linto JM, Le Souëf PN. Comparison of drug delivery from conventional versus "Venturi" nebulizers. *Eur Respir J*. 1997;10: 2479–83.
- Nikander K, Turpeinen M, Wollmer P. The conventional ultrasonic nebulizer proved inefficient in nebulizing a suspension. *J Aerosol Med*. 1999;12:47–53.
- Waldrep JC, Dhand R. Advanced nebulizer designs employing vibrating mesh/aperture plate technologies for aerosol generation. *Curr Drug Deliv*. 2008;5:114–9.
- Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR, Bauer TT, Carone M, Dautzenberg B, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. *Eur Respir J*. 2001;18:228–42.