

UTILIZACION DE DISPOSITIVOS PARA TERAPIA INHALADA

Roberto Chalela Rengifo

En la actualidad las guías de tratamiento de múltiples patologías respiratorias como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), hipertensión arterial pulmonar, fibrosis quística o bronquiectasias, recomiendan el tratamiento con medicamentos en forma de aerosol. La vía inhalada es la de elección en muchos casos ya el fármaco actúa directamente en la vía aérea, tiene un inicio de acción rápido y se disminuye la biodisponibilidad sistémica lo que representa una menor incidencia de efectos adversos.

La terapia inhalada con fines médicos se utiliza desde hace 4.000 años aproximadamente. Los primeros registros que se conocen son del año 2.000 AC como parte de la Medicina Aiurvédica en la India, donde se utilizaban principalmente preparaciones a base de hierbas que se olían o secaban para luego fumarse en pipas como parte del tratamiento del asma. El término “inhalador” fue utilizado por primera vez por el médico inglés John Mudge en el siglo XVIII cuando desarrolló los primeros inhaladores a base de cerámica. Desde entonces los medicamentos por vía inhalada se han vuelto esenciales para el tratamiento de múltiples enfermedades. Sus principales inconvenientes siempre han sido la necesidad de una técnica adecuada y la variabilidad del depósito pulmonar según el dispositivo utilizado.

Un aerosol se define como la dispersión o suspensión de partículas ultramicroscópicas, líquidas o sólidas, en un medio gaseoso (aire, oxígeno, helio, etc). En medicina se pueden utilizar para transportar medicamentos a la vía aérea y como un instrumento para el diagnóstico o monitorización de ciertas enfermedades.

DEPÓSITO PULMONAR

El depósito a nivel pulmonar de los tratamientos administrados por vía inhalada depende directamente de factores relacionados con el aerosol (características físicas y del dispositivo) y relacionados con el paciente (factores anatómicos, ventilación, técnica inhalatoria, etc).

Factores relacionados con el paciente:

- Anatomía de la vía aérea: la reducción del calibre de las vías aéreas que se observa en múltiples enfermedades pulmonares, produce una disminución del flujo hacia el alveolo lo que afecta la distribución del aerosol y condiciona su depósito. La presencia de tapones de moco en la vía aérea produce un flujo turbulento de aire lo que en conjunto con la obstrucción ya mencionada puede disminuir aún más el correcto depósito del aerosol.
- Ventilación alveolar: el flujo de aire directamente condiciona la impactación de las partículas suspendidas en la pared de las vías aéreas. Un volumen inspiratorio correcto junto con las características adecuadas del aerosol y una

apnea post inspiratoria prolongada nos ayudan a evitar que las partículas se impacten en la orofaringe, tráquea o bifurcaciones de la vía aérea y se depositen en la pequeña vía aérea.

- Maniobra inspiratoria correcta: se puede tener un aerosol con las características ideales así como un dispositivo de última generación, pero si la técnica no se realiza correctamente el tratamiento por vía inhalada no será efectivo. Este documento está dirigido al personal sanitario y pretende dar a conocer los distintos dispositivos así como su utilización y la realización de una correcta maniobra.

Factores relacionados con el aerosol:

- Tamaño de la partícula: el depósito de las partículas en la superficie pulmonar depende directamente de su tamaño. Se depositarán teniendo en cuenta tres mecanismos físicos que son: *impactación*, sucede en partículas mayores a $5\mu\text{m}$, se debe a la colisión directa producida por la inercia de la partícula y es responsable del depósito en orofaringe y la vía aérea principal; *sedimentación*, sucede en partículas $0.5-5\mu\text{m}$ que se depositan debido a la fuerza de gravedad, depende del tiempo de suspensión del aerosol dentro de los pulmones y es responsable del depósito en vía aérea central y distal; y *difusión* que sucede con partículas de tamaño inferior a $1\mu\text{m}$, las cuales se desplazan según movimientos brownianos y es responsable del depósito en la pequeña vía aérea y el alveolo. Las partículas extremadamente pequeñas permanecen suspendidas y se expulsan con la espiración.
- Dispositivo de administración: el dispositivo tiene un papel fundamental en el uso correcto de la vía inhalada. El dispositivo mediante mecanismos complejos almacena, prepara y administra el medicamento en forma de aerosol. El éxito de uno sobre otro depende de su facilidad de uso, lo intuitivo que sea para el paciente y que consiga una correcta movilidad de las partículas suspendidas (fármaco). Esta movilidad depende de la fuerza de gravedad (ligera inclinación de la cabeza al realizar la inhalación), la densidad de la partícula en el aerosol (depende de los propelentes que acompañan al fármaco), la velocidad de la partícula (según el mecanismo de liberación del dispositivo) y el tamaño de la partícula.

FÁRMACOS DISPONIBLES EN AEROSOL

- Broncodilatadores: beta agonistas , anticolinérgicos
- Glucocorticoides
- Antibióticos
- Antivirales
- Vasodilatadores pulmonares
- Agentes modificadores de secreciones en vía aérea
- Otros: opioides, antiinflamatorios no esteroideos

DISPOSITIVOS

Para el tratamiento por vía inhalada existen 3 tipos de dispositivos disponibles que producen aerosoles terapéuticos. Los nebulizadores, los cartuchos presurizados (pMDI por sus siglas en inglés) y los dispositivos en polvo seco (DPI por sus siglas en inglés). Este documento intenta resumir los tipos de dispositivos que existen, sus características principales y cómo deben utilizarse (enlaces de interés).

CARTUCHOS PRESURIZADOS:

En la década de los 50s se introdujeron los pMDI como los primeros dispositivos multidosis portátiles para inhalación de broncodilatadores. Al día de hoy siguen siendo los dispositivos más utilizados alrededor del mundo. Para su funcionamiento requiere que el medicamento esté suspendido en un propelente, el cual se ha ido cambiando progresivamente de *clorofluorocarbonados* (CFC) a hidrofluoroalcanos (HFA) debido a la nueva reglamentación internacional para protección de la capa de ozono (Protocolo de Montreal).

Los pMDI's son fáciles de usar, económicos, requieren flujos inspiratorios relativamente bajos y se contaminan poco a diferencia de los nebulizadores. Todos los pMDI's son multidosis y existen algunos dispositivos con contador de dosis. Desde hace unos años también se comercializan dispositivos activados con la inspiración para mejorar la coordinación del paciente y dispositivos de moléculas ultra finas.

La técnica inhalatoria en el momento de utilizar los pMDI's es fundamental ya que es una de las principales causas de tratamiento ineficaz al usar la vía inhalada. Para conocer la manera correcta en que se deben realizar ver la Tabla 1 y los enlaces de interés de cada uno de los dispositivos.

Tabla 1. Instrucciones para el uso de los pMDI's.

pMDI	pMDI + cámara espaciadora
<ul style="list-style-type: none">-Agitar cuatro a cinco veces si la presentación es en suspensión-Quitar la tapa-Realizar espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones-Mantener el dispositivo en posición vertical e introduzca la boquilla entre los labios sellando el espacio entre ambos y manteniendo la lengua por debajo-Iniciar la inhalación lentamente e inmediatamente después presione el botón activador de dosis-Realizar una inhalación profunda lentamente hasta llenar por completo los pulmones-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.	<ul style="list-style-type: none">-Agitar cuatro a cinco veces si la presentación es en suspensión-Quitar la tapa-Realizar espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones-Insertar la boquilla del pMDI en el extremo abierto de la cámara espaciadora y asegurar la unión correcta.-Colocar la boquilla de la cámara en la boca del paciente con los dientes alrededor y los labios sellando.-Exhalar lentamente hasta vaciar los pulmones.-Presionar el botón activador de dosis y realizar una inhalación profunda lentamente hasta llenar por completo los pulmones-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.-Repita el procedimiento las veces necesarias según la dosis recomendada.

-Repita el procedimiento las veces necesarias según la dosis recomendada.	-Ver enlace-2
-Ver enlace-1	

Principios activos disponibles en cartuchos presurizados:

Anexo 1. Medicamentos disponibles en pMDI
<p>Beta 2 adrenérgicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Salbutamol - Levalbuterol o Levosalbutamol - Formoterol - Salmeterol
<p>Anticolinérgicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bromuro de ipratropio
<p>Corticoides</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beclometasona - Budesonida - Ciclesonida - Flunisolide - Fluticasona
<p>Combinaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formoterol/Beclometasona - Formoterol/Budesonida - Salbutamol/Bromuro Ipratropio - Salmeterol/Fluticasona

DISPOSITIVOS DE POLVO SECO

Los dispositivos en polvo seco han surgido ante la necesidad de simplificar el tratamiento inhalado y para evitar el uso de propelentes. Se caracterizan por ser compactos, portables, no requieren energía externa y se activan con la inspiración lo que evita la descoordinación con el paciente. Producen un aerosol con polvo seco a partir del paso directo de aire a través de una alícuota o cámara de almacenamiento donde se encuentra el medicamento en forma de polvo suelto. La técnica para la utilización de todos es similar pero entre cada dispositivo varía el mecanismo de activación por lo que haremos una revisión detallada de cada uno. En todos los casos el paciente debe realizar una exhalación profunda por fuera del dispositivo hasta capacidad funcional residual para luego realizar la inspiración profunda. Es importante evitar la exhalación a través del dispositivo ya que se podría modificar la dosis

recomendada. A diferencia de otros dispositivos tienen la ventaja de no requerir limpieza posterior a su utilización.

Existen dos tipos de dispositivos que son:

1. Dispositivos multidosis: la dosis recomendada para 30 días viene almacenada directamente en el dispositivo.
2. Dispositivos monodosis: requieren de la introducción en el dispositivo de una cápsula que contiene el polvo suelto. Cada dispositivo viene con un blíster con el número de cápsulas recomendadas para un tratamiento de 30 días

Dispositivos monodosis:

- **Aerolizer® y Spinhaler®**: son los dispositivos que antecedieron al Breezhaler y tienen una estructura similar. También constan de 3 partes que son la tapa, la base y la boquilla pero el mecanismo de apertura de la cámara no se realiza inclinando la boquilla sobre la base sino girándola. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Instrucciones para el uso del Aerolizer®
-Retirar la tapa de protección
-Abrir el inhalador sujetando la base y GIRANDO la boquilla.
-Seguir los mismos pasos del Breezhaler.
-Ver enlace-3

- **Breezhaler® (Neohaler®)**: dispositivo sencillo y uno de los más pequeños del mercado. Consta de 3 partes que son la tapa, la base y la boquilla. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Instrucciones para el uso del Breezhaler®
-Retirar la tapa de protección
-Abrir el inhalador sujetando la base e inclinando la boquilla
-Sacar la cápsula del blíster en un ambiente seco, introducirla en el compartimento que aparece debajo de la boquilla y cerrar el inhalador (clic).
-Mantener el dispositivo en posición vertical y presionar simultáneamente los pulsadores que están a ambos lados del inhalador hasta escuchar el "clic" que indica la perforación de la cápsula
-Soltar los pulsadores y exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.
-Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua (se debe escuchar el zumbido que indica que la cápsula ha girado correctamente)
-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos. Repita la inhalación una segunda vez para verificar que se ha vaciado correctamente la cápsula.

-Abrir nuevamente el dispositivo, verificar que la cápsula está vacía y desecharla. Posteriormente realizar la limpieza del dispositivo según recomendaciones del fabricante.

-Ver [enlace-4](#)

- **Handihaler®**: uno de los primeros DPI en salir al mercado. Tiene forma ovalada y consta de 3 partes que son: la tapa, la base (incluye un pulsador único) y la boquilla. Las tres partes se encuentran unidas entre ellas por una bisagra que permite una abertura lateral tanto de la tapa como de la boquilla para encontrar la cámara de almacenamiento de la cápsula. Ver Tabla 4

Tabla 4. Instrucciones para el uso del Handihaler®

-Movilizar lateralmente la tapa de protección.

-Abrir el inhalador sujetando la base e inclinando lateralmente la boquilla hacia el lado de la bisagra.

-Sacar la cápsula del blíster en un ambiente seco, introducirla en el compartimento que aparece debajo de la boquilla y cerrar el inhalador (clic).

-Mantener el dispositivo en posición vertical y presionar el pulsador de color verde que está a ambos lados del inhalador hasta escuchar el "clic" que indica la perforación de la cápsula

-Soltar el pulsador y exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.

-Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos. Repetir el procedimiento una segunda vez para verificar que la cápsula se ha vaciado.

-Abrir nuevamente el dispositivo, verificar que la cápsula está vacía y desecharla. Posteriormente realizar la limpieza del dispositivo según recomendaciones del fabricante.

-Ver [enlace-5](#)

Dispositivos multidosis:

- **Accuhaler® (Diskus®)**: es un dispositivo en forma ovalada o de disco que consta de 3 partes integradas no separables. Incluye una tapa que se moviliza (no se retira), una boquilla y una base. En la base y por debajo de la boquilla se encuentra la palanca que permite dejar preparada la dosis para la inhalación. Adicionalmente tiene un contador de dosis en la parte inferior y lateral de la palanca. Ver Tabla 5

Tabla 5. Instrucciones para el uso del Accuhaler®

- Mantener la base con una mano y con la otra girar lentamente la tapa de protección hasta escuchar un “clic”
- Mantener el dispositivo en posición horizontal con la boquilla en dirección a la boca del paciente. Presionar la palanca en sentido contrario hasta escuchar un segundo “clic” que indica que la dosis está preparada.
- Exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.
- Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.
- Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.
- Cerrar el dispositivo girando la tapa de protección en sentido contrario al primer paso y quedará nuevamente preparado en caso de requerir una segunda dosis.
- Ver [enlace-6](#)

- **Diskhaler®**: es un dispositivo que consta de 3 partes separables y un disco de dosis o rotadisk. El rotadisk equivale a un blíster en forma de disco con 4 u 8 dosis. Las 3 partes son: una tapa de protección, una bandeja blanca (incorpora la boquilla y una rueda donde se ubica el rotadisk) y una base (tiene una palanca en forma rectangular que permite perforar el blíster y preparar la dosis). En la base hay un contador de dosis. Se discontinuó la presentación que incluía un beta agonista de larga duración y se encuentra disponible la presentación con un antiviral (zanamivir). Ver Tabla 6

Tabla 6. Instrucciones para el uso del Diskhaler®

- Retirar la tapa de protección
- Separa la bandeja blanca de la base del dispositivo.
- Sacar un rotadisk con 4 dosis y colocar sobre la rueda negra en el dorso de la bandeja.
- Volver a unir la bandeja y la base del dispositivo.
- Mantener el dispositivo en posición horizontal con la boquilla en dirección a la boca del paciente y exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.
- Levantar la palanca rectangular hasta perforar el blíster.
- Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.
- Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.
- Colocar la tapa de protección. No retirar el rotadisk hasta que se hayan utilizado las 4 u 8 dosis según la presentación.

-Ver [enlace-7](#)

- **Easyhaler®**: dispositivo muy similar al clickhaler pero con contador de dosis numérico. Tiene las mismas partes. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Instrucciones para el uso del Easyhaler®

-Quitar la tapa de protección de la boquilla

-Agitar cuatro a cinco veces.

-Mantener el dispositivo en posición vertical y presione firmemente el pulsador para que la dosis quede preparada.

-Realizar una espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones

-Introducir la boquilla entre los labios sellando el espacio entre ambos y manteniendo la lengua por debajo

-Realizar la inhalación profunda y continuamente.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.

-Repita el procedimiento las veces necesarias según la dosis recomendada.

-Ver [enlace-8](#)

- **Ellipta®**: es un dispositivo que consta del inhalador y una tapa de protección que no se separa y sirve para preparar la dosis al abrirse. El inhalador tiene una boquilla en su extremo superior, unas ranuras de ventilación y un contador de dosis numérico (adicionalmente cambia a color rojo cuando quedan 10 inhalaciones o menos). Ver Tabla 8.

Tabla 8. Instrucciones para el uso del Ellipta®

-Mantener el dispositivo en posición vertical con una mano y con la otra desplazar lentamente la tapa de protección hacia abajo hasta escuchar un “clic” que indica que la dosis ha quedado preparada correctamente. En este momento el contador de dosis baja una unidad.

-Tener precaución para no bloquear las ranuras de ventilación.

-Exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.

-Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.

-Volver a colocar el dispositivo en posición vertical y cerrarlo. Se debe escuchar un segundo “clic” al cerrar. Únicamente cerrar el dispositivo al realizar la inhalación ya que se pierde la dosis en caso de hacerlo.

-Ver [enlace-9](#)

- **Genuair® (Pressair®)**: es un dispositivo que consta del inhalador y una tapa de protección. El inhalador tiene una boquilla, un pulsador en la zona posterior (evita sobre-dosificación) y en el frente un contador numérico de dosis con una ventana de verificación que avisa al quedar 10 inhalaciones. Ver Tabla 9.

Tabla 9. Instrucciones para el uso del Genuair®

-Quitar la tapa de protección de la boquilla

-Mantener el dispositivo en posición horizontal, presione firmemente el pulsador para que la dosis quede preparada y posteriormente soltarlo. Verificar que la ventana de verificación ha cambiado de color rojo a verde.

-Realizar una espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones

-Introducir la boquilla entre los labios sellando el espacio entre ambos y realizar una inhalación profunda, rápida y continua hasta escuchar un “clic” que confirma la correcta realización de la inhalación.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.

-El inhalador se bloquea al terminar las dosis.

-Ver [enlace-10](#)

- **NEXThaler®**: es un dispositivo compacto que consta del inhalador y una tapa de protección que no se separa y sirve para preparar la dosis al abrirse. El inhalador tiene incorporado una boquilla, unas ranuras de ventilación y un contador de dosis numérico en una de sus caras laterales. Es el primer dispositivo en polvo seco que produce partículas extra-finas. Ver Tabla 10.

Tabla 10. Instrucciones para el uso del NEXThaler®

-Mantener la base en posición vertical con una mano y con la otra levantar lentamente la tapa de protección. Automáticamente queda preparada la dosis.

-Exhalar por fuera del dispositivo hasta quedarse sin aire.

-Introducir la boquilla en los labios sellando firmemente y realizar una inhalación profunda y continua hasta escuchar un “clic” que confirma la correcta realización de la maniobra. En caso de no escucharlo volver a realizar la inhalación.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla de la boca y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.

-Volver a colocar el dispositivo en posición vertical y cerrarlo. Verificar que el contador de dosis ha disminuido una unidad.

-Repetir el procedimiento según la dosis indicada.

-Ver [enlace-11](#)

- **Turbohaler® (Flexhaler®):** es un dispositivo cilíndrico que consta del inhalador y una tapa de protección. El inhalador tiene una boquilla, una cámara o ventana donde se almacena el medicamento y está el contador de dosis, y una rosca inferior que permite preparar la dosis. Tiene un contador de dosis numérico (cambia cada 10 inhalaciones) y se modifica el color (rojo) cuando quedan menos de 20 dosis. Ver Tabla 11.

Tabla 11. Instrucciones para el uso del Turbohaler®

-Desenroscar y retirar la tapa de protección.

-Mantener el dispositivo en posición vertical con la rosca en la parte inferior. Girar la rosca hasta el tope en una dirección y luego volver a girarla hasta el tope en la dirección contraria hasta escuchar un “clic”. No importa en qué dirección la gire primero.

-Al escuchar el “clic” la dosis quedará preparada. En ese momento realizar una espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones por fuera del dispositivo.

-Introducir la boquilla entre los labios sellando el espacio entre ambos firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.

-Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.

-Repita el procedimiento las veces necesarias según la dosis recomendada.

-Volver a colocar la tapa de protección. Únicamente cerrar el dispositivo al realizar la inhalación ya que se pierde la dosis en caso de hacerlo.

-Ver [enlace-12](#)

- **Twisthaler®:** es un dispositivo cilíndrico que consta del inhalador y una tapa de protección. El inhalador tiene una boquilla, una base donde tiene un contador de dosis numérico y una rosca inferior. La diferencia con el dispositivo anterior es que al desenroscar la tapa de protección automáticamente se prepara la dosis para la inhalación. Ver Tabla 12.

Tabla 12. Instrucciones para el uso del Twisthaler®

- Desenroscar y retirar la tapa de protección.
- Al retirar la tapa automáticamente el contador de dosis se reduce en una unidad y la dosis queda preparada para la inhalación.
- Realizar una espiración profunda y lenta hasta vaciar los pulmones por fuera del dispositivo.
- Introducir la boquilla entre los labios sellando el espacio entre ambos firmemente y realizar una inhalación profunda y continua.
- Al terminar la inhalación, retirar la boquilla y realizar una apnea de aproximadamente 10 segundos.
- Repita el procedimiento las veces necesarias según la dosis recomendada y volver a colocar la tapa de protección
- Ver [enlace-13](#)

Principios activos disponibles en polvo seco:

Anexo 2. Medicamentos disponibles en Polvo Seco

MONODOSIS

Aerolizer

- Formoterol/Budesonida

Breezhaler

- Indacaterol
- Bromuro de Glicopirronio
- Indacaterol/Bromuro de Glicopirronio

Handihaler

- Bromuro de Tiotropio

MULTIDOSIS

Accuhaler

- Salbutamol
- Salmeterol
- Fluticasona
- Salmeterol/Fluticasona

Diskhaler

- Salmeterol
- Beclometasona
- Fluticasona
- Zanamivir

Easyhaler

- Salbutamol
- Formoterol
- Beclometasona
- Budesonida

Ellipta

- Bromuro de Umeclidinio
- Vilanterol/Furoato de Fluticasona
- Vilanterol/Umeclidinio

Genuair

- Bromuro de Aclidinio
- Formoterol/Aclidinio

Nexthaler

- Formoterol/Beclometasona

Turbohaler

- Terbutalina
- Formoterol
- Budesonida
- Formoterol/Budesonida

Twisthaler

- Mometasona

NEBULIZADORES

Este sistema se utiliza para convertir soluciones líquidas en pequeñas partículas en forma de gotas (atomización) que permanecen suspendidas en el aire para de esta manera poder inhalarse durante la respiración. Al día de hoy se encuentran disponibles nebulizadores para soluciones líquidas y nebulizadores de última generación

1. Nebulizadores para soluciones líquidas

- Neumáticos o en Jet*: son los sistemas habituales utilizados en pacientes ingresados. Utilizan aire comprimido u oxígeno a alto flujo para atomizar el fármaco almacenado en medio líquido. Se consiguen en su mayoría partículas entre 1-5µm. Al no utilizar sistemas herméticos permiten que parte de la dosis se pierdan en la atmósfera.
- Ultrasónicos*: mediante un cristal pizoeléctrico incorporado que vibrando a alta frecuencia e intensidad, produce ondas ultrasónicas con frecuencias mayores a 1 MHz que al atravesar la solución, generan el aerosol.

2. **Nebulizadores de última generación:** la mayoría son fáciles de usar, portátiles, eficientes y producen poco ruido. Son los más costosos.

- a. *En malla vibradora pasivos:* se activa con la inspiración y se coordina fácilmente con el paciente. Nebulización ultra-corta (1 min aproximadamente). Reconoce si se realiza la maniobra correctamente. En este grupo encontramos el **I-neb AAD®** (para instrucciones de uso, ver [enlace-14](#)) y el **MicroAir®**.
- b. *En malla vibradora activos:* incluye batería, liviano, pequeño y fácil de usar. Nebulización corta (3-5 mins). En este grupo encontramos el **e-Flow Rapid®** modelos Altera y Trio (ver [enlace-15](#)) y el **Aeroneb Go®** (ver [enlace-16](#))
- c. *En niebla fina (Soft Mist Inhaler):* dispositivo portátil con mecanismo y tamaño similar a los dispositivos en polvo seco. No requiere batería y es multidosis. En este grupo tenemos el **Respimat®** (ver [enlace-17](#)). Muchos lo clasifican por fuera del grupo de los nebulizadores, pero al utilizar una solución para su funcionamiento lo incluimos en esta categoría.
- d. *Otros:* dentro de los nebulizadores de nueva generación que no utilizan malla vibradora se encuentran el **AeroEclipse®, LC Plus®, LC Star®, LC Sprint®, Ventstream Pro®** y el **Akita System®** (ver [enlace-18](#)).

Para conocer la manera correcta en que se deben realizar las nebulizaciones, ver la Tabla 13 y los enlaces de interés de cada uno de los dispositivos.

Tabla 13. Instrucciones para el uso de nebulizadores

Nebulizadores en Jet	Nebulizadores en Malla	Nebulizadores en Niebla Fina
<ul style="list-style-type: none"> -Conectar el recipiente, la tubuladura y la máscara (o boquilla) -Depositar la solución con el medicamento en el recipiente -Conectar a la corriente eléctrica si lo requiere -Conectar la tubuladura al compresor de aire o al oxígeno directamente (flujo 6-8L/m) -Cubrir la boca y nariz con la máscara facial o coloque la boquilla dentro de la boca con los labios cerrados -Inhalar y exhalar manteniendo una dinámica respiratoria habitual. En 	<ul style="list-style-type: none"> -Previo al primer uso del dispositivo realizar el montaje del nebulizador y hacer los test de prueba correspondientes según el fabricante. -Depositar la solución con el medicamento en la cámara. Utilizar pipeta o jeringa idealmente. -Cerrar la cámara de depósito. -Prender el dispositivo (conectar a corriente eléctrica o utilizar la batería interna según el caso) -Mantener el nebulizador en la posición recomendada por el fabricante (habitualmente en posición horizontal y 	<ul style="list-style-type: none"> -Sostener el inhalador en posición vertical con la tapa cerrada -Girar la base en dirección de las flechas hasta escuchar un "clic" -Levante la tapa hasta escuchar un "clic" que indica la posición de apertura -Mantener el dispositivo en posición horizontal y coloque los labios alrededor de la boquilla -Realiza una inspiración profunda y lenta. Luego continúe respirando lentamente. -Cierre la tapa y repita el proceso hasta

<p>todo momento mantener el nebulizador en posición vertical</p> <p>-Nebulizar hasta que se termine la solución o no se produzca más aerosol.</p> <p>-Desmontar y limpiar según instrucciones del fabricante</p>	<p>perpendicular a la boca)</p> <p>-Colocar la boquilla en la boca, sellar con los labios e iniciar la inhalación y exhalación manteniendo una dinámica respiratoria habitual.</p> <p>-Al finalizar la nebulización (la mayoría de dispositivos avisan), realizar el montaje y limpieza según instrucciones del fabricante.</p> <p>-Ver enlace-14, enlace-15 y enlace-16</p>	<p>realizar 2 puffs.</p> <p>-Ver enlace-17</p>
--	--	--

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Anderson PJ. History of aerosol therapy: liquid nebulization to MDIs to DPIs. *Respir Care*. 2005 Sep; 50(9):1139-50.
2. Dolovich MB, Ahrens RC, Hess DR, et al. Device selection and outcomes of aerosol therapy: evidence-based guidelines: American College of Chest Physicians/American College of Asthma, Allergy, and Immunology. *Chest* 2005; 127:335-71.
3. Dolovich MB, MacIntyre NR, Anderson PJ, et al. Consensus statement: aerosols and delivery devices. *American Association for Respiratory Care. Respir Care* 2000; 45:589-96.
4. Dolovich MB. Influence of inspiratory flow rate particle size, and airway caliber on aerosolized Drug delivery to the lung. *Respir Care* 2000; 45: 597-608.
5. Laube, Beth L.; Dolovich, Myrna B. Aerosols and aerosol delivery Systems. In: Adkinson NF, Bochner BS, Busse WW, et al, editors. *Middleton's allergy: principles & practice*. 8th ed. Philadelphia: Mosby; 2014, p. 1066-1088.
6. Laube BL, Janssens HM, de Jongh FH, Devadason SG, Dhand R, Diot P, Everard ML, Horvath I, Navalesi P, Voshaar T, Chrystyn H; European Respiratory Society; International Society for Aerosols in Medicine. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. *Eur Respir J*. 2011 Jun;37(6):1308-31
7. Consenso SEPAR-ALAT sobre terapia inhalada. *Arch Bronconeumol*. 2013;49(Supl 1):2-14
8. Demoly P, Hagedoorn P, de Boer AH, Frijlink HW. The clinical relevance of dry powder inhaler performance for drug delivery. *Respir Med*. 2014 Aug;108(8):1195-203
9. Smith J, Tiner R. Aerosol drug delivery: developments in device design and clinical use. *Lancet*. 2011 Sep 10; 378(9795):982.
10. Consultar online los prospectos de cada inhalador.

