

Dispositivos de inhalación en medicación inhalada

Cristina Ortega Casanueva⁽¹⁾, Javier Pellegrini Belinchón⁽²⁾, Sonia de Arriba Méndez⁽³⁾

⁽¹⁾Unidad de Alergia y Neumología Infantil. Hospital Quirónsalud San José. Madrid

⁽²⁾Pediatra. CS Pizarrales. Salamanca. Facultad de Medicina. Universidad de Salamanca. Salamanca

⁽³⁾Alergia Infantil. Hospital Clínico Universitario de Salamanca. Salamanca

Ortega Casanueva C, Pellegrini Belinchón J, de Arriba Méndez S. Dispositivos de inhalación en medicación inhalada. *Protoc diagn ter pediatr.* 2019;2:51-64.



RESUMEN

La vía inhalada es la más adecuada para administrar la medicación (tanto de mantenimiento como de rescate) en el control del asma. El uso correcto de los dispositivos con los que se administra la medicación y la adquisición de la destreza necesaria para realizar la técnica de inhalación es un pilar básico en el abordaje del asma en la edad infantil. Ningún niño que realice mal la técnica de inhalación podrá tener controlada su enfermedad. Es imprescindible educar en esta faceta tanto a los pacientes como a sus familiares, y no asumir que saben utilizar los dispositivos o realizar estas técnicas de forma correcta, puesto que no es algo intuitivo.

En este capítulo se abordarán los distintos dispositivos y sistemas de inhalación, así como las técnicas para su uso correcto, que harán posible que el tratamiento sea adecuado y efectivo.

Palabras clave: asma infantil; medicación para el asma, técnica de inhalación.

Devices for inhaled medication

ABSTRACT

Inhaled therapy is the best way to take asthma medications (rescue and maintenance treatments) to improve asthma. Providing instructions on how to correctly use the devices for inhalation therapy and acquiring the skills to perform the inhaler technique are essential to tackle childhood asthma. A child who performs the inhalation technique incorrectly cannot control his disease. It is crucial to educate patients and their family members on this topic, and not to assume that they know how to use the devices or perform these techniques properly, since it is not something intuitive.

In this chapter, the different devices and inhalation systems will be addressed, as well as the techniques for their correct use, which will make an adequate and effective treatment possible.

Key words: childhood asthma; asthma medication; inhaler technique.

1. INTRODUCCIÓN

Independientemente de la edad del niño, la vía inhalada es la más adecuada para administrar la medicación en el tratamiento del asma^{1,2}. Ningún tratamiento farmacológico con medicación inhalada se podrá realizar de forma correcta si el niño (ya sea pequeño, mayor o adolescente) y su familia no utilizan los distintos sistemas de inhalación de forma correcta³.

El objetivo fundamental de este capítulo será conocer los diferentes dispositivos y técnicas de inhalación, así como su correcto manejo para conseguir que el tratamiento del asma sea eficaz.

El pediatra, además de contar con un amplio conocimiento sobre este tema, deberá disponer en su consulta de dispositivos inhaladores con placebo para comprobar que los niños y sus padres los manejan de forma correcta antes de salir de la consulta⁴.

2. CONCEPTOS DE INTERÉS SOBRE LA VÍA INHALADA

2.1. ¿Por qué se prefiere para el tratamiento del asma la vía inhalada? ¿Qué ventajas presenta frente a la vía oral o parenteral?

La vía inhalada permite una mejor distribución y penetración del fármaco en la vía aérea. El fármaco actúa directamente sobre el órgano diana y lo hace de forma más rápida.

Esta distribución y penetración superior frente a la vía oral u otras vías, hace que la dosis necesaria para obtener los efectos deseados sea menor y, por tanto, minimiza también los efectos secundarios^{1,2,5}.

2.2. ¿Cómo llega la medicación al órgano diana? ¿Se pierde por el camino?

La vía inhalada permite el depósito del fármaco en las pequeñas vías aéreas y regiones alveolares, pero depende de las características del dispositivo utilizado y de la anatomía y funcionalidad del sistema respiratorio⁵.

Hay algunos factores que influyen en el depósito del fármaco en forma de aerosol en la vía aérea y que se exponen a continuación de forma esquemática.

2.3. ¿Qué es un aerosol?

Un aerosol es una suspensión de pequeñas partículas sólidas o líquidas en un gas. Los inhaladores generan aerosoles de partículas sólidas mientras que los nebulizadores generan aerosoles de partículas líquidas⁵.

2.4. Factores que influyen en el depósito del fármaco en la vía aérea⁵⁻⁷

Tamaño de las partículas: en los aerosoles coexisten partículas de distinto tamaño. Las partículas se clasifican y se miden en función

del diámetro de la masa media aerodinámica (DMMA). El tamaño de las partículas aerosolizadas es muy importante, ya que para que se depositen de forma adecuada en la pequeña vía aérea y en los alveolos, deben tener entre 0.5 y 5 micras. Las de mayor tamaño impactan en orofaringe y en las grandes vías respiratorias. Tamaños inferiores (<0,5 micras) se exhalan con la espiración, no se sedimentan y no parecen tener, por ello, implicación terapéutica.

Impactación por inercia: las partículas de un aerosol tienden a continuar con su trayectoria en vez de adecuarse a las curvaturas del árbol bronquial.

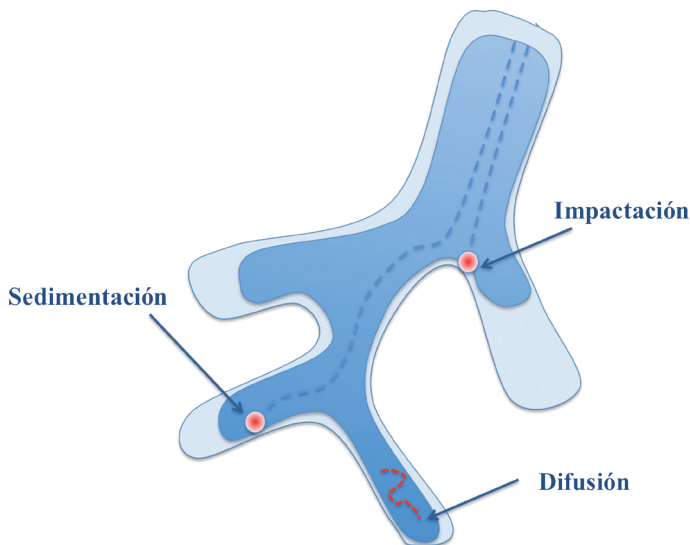
Este fenómeno se produce con más facilidad con partículas mayores de 5 micras y lo hace sobre todo en las vías aéreas superiores (Figura 1). Se puede absorber hasta el 90% y está favorecida por la velocidad de salida del dispositivo.

Mecanismo de sedimentación por gravedad: es el fenómeno físico por el que las partículas de un aerosol se depositan en las paredes de la vía aérea por acción de la gravedad. Es propio de las partículas entre 2-5 micras y se produce en los bronquios distales (Figura 1). Está favorecida por flujos bajos (menor de 30 l/min).

El mecanismo de sedimentación por gravedad en los bronquiolos y los alveolos es directamente proporcional al tamaño de la partícula e inversamente proporcional a la velocidad de salida del aerosol: a mayor velocidad de emisión se produce un mayor impacto en las vías aéreas superiores y por tanto, menor sedimentación en bronquiolos y alveolos.

La apnea posinspiratoria (10 segundos) mejora la sedimentación. La espiración suave tras la inspiración parece mejorar la biodisponibilidad del fármaco.

Figura 1. Mecanismos de depósito del aerosol en la vía aérea



- **Difusión:** es el fenómeno físico por el que las partículas de un aerosol se desplazan erráticamente de un sitio a otro de las vías aéreas. La mayoría son exhaladas con la espiración. Ocurre en la vía aérea más distal cuando son partículas DMMA <0,5 micras (**Figura 1**).
- **Flujo inspiratorio del niño:** influye en la cantidad y tamaño de las partículas depositadas. El flujo ideal es entre 30 y 60 l/min.

- Monodosis.
- Multidosis.

Grupo 2. Nebulizadores: el fármaco se difunde en forma de aerosol de pequeñas partículas líquidas. Tipos:

- Jet o neumático.
- Ultrasónico.

3. SISTEMAS DE INHALACIÓN

En el momento actual, para el tratamiento del asma existen diversos sistemas de inhalación con distintos mecanismos y dispositivos, pero cualquiera de los que se utilizan en Pediatría^{8,9} está incluido en uno de estos dos grandes grupos, clasificados según las características del fármaco en Inhaladores y nebulizadores.

Grupo 1. Inhaladores: el fármaco se difunde en forma de aerosol de pequeñas partículas sólidas. Tipos:

- Inhalador dosificado presurizado de dosis controlada (MDI, *metered doser inhaler*):
 - Convencional.
 - Con cámara espaciadora con boquilla:
 - Con mascarilla.
 - Sin mascarilla.
 - Sistema de autodisparo.
- Inhaladores de polvo seco (DPI, *dry powder inhaler*):

A continuación se describen los distintos dispositivos y artilugios necesarios para aplicar la medicación, ventajas e inconvenientes de cada grupo, la forma de utilizarlos correctamente y la de mantenerlos en condiciones óptimas para su uso adecuado.

4. GRUPO 1. INHALADORES

4.1. Inhaladores dosificados presurizados de dosis controlada (MDI)

Convencional. El inhalador de cartucho presurizado (MDI) convencional. Consta de:

- Cartucho presurizado: contiene el medicamento activo en solución o suspensión en un gas propelente y a una presión de 3 o 4 atmósferas.
- Válvula dosificadora: necesaria para liberar en cada pulsación una dosis controlada y reproducible de fármaco.
- Envase externo de plástico en el que encaja el cartucho y facilita su administración.

Ventajas e inconvenientes¹⁰⁻¹²: como ventajas de este sistema, destaca su pequeño tamaño,

que permite que sea llevado habitualmente por el paciente. Además, aportan una dosis fija y reproducible de fármaco siempre y cuando se agiten correctamente, precisan un flujo inspiratorio bajo, son fáciles de limpiar, baratos y poco sensibles a la humedad.

El principal inconveniente en Pediatría es la necesidad de una correcta coordinación entre el disparo y la inspiración y el depósito pulmonar es bajo (9-10%). Para evitar estos problemas se utilizan las cámaras espaciadoras, que serán tratadas más adelante.

Limpieza: se debe extraer el cartucho y limpiar con agua y jabón suave, cuidando solamente de no dejar obstruida la válvula.

Modo de utilización: en primer lugar, agitar con energía el inhalador. Quitar la tapa. Eliminar por la boca todo el aire lentamente. Colocar la boquilla del inhalador en la boca, sin taponarla con los dientes ni la lengua. Se deben sellar bien los labios. Comenzar a coger aire lentamente por la boca y apretar el pulsador. Se debe continuar cogiendo aire despacio, al máximo, sin parar al apretar el pulsador y aguantar la respiración (pausa inspiratoria) durante 10 segundos. Eliminar lentamente el aire por la boca y dejar un minuto de separación entre pulsaciones, agitando de nuevo el dispositivo. Por último, enjuagarse la boca al finalizar las inhalaciones.

Cómo saber si se ha gastado el cartucho: estos dispositivos no siempre informan de las dosis disponibles, lo que es preocupante en cualquier caso, pero sobre todo en caso de medicación de rescate. Para obviar este problema se debe explicar la forma de valorar cuándo hay que cambiar de dispositivo. Para ello se mete el cartucho

separado del almacén de plástico en agua y según su posición (si se hunde, si se queda en la mitad o flota) estará lleno, semilleno o vacío.

Para ayudar a mejorar la eficiencia en el caso de los MDI se han diseñado unos dispositivos: las cámaras espaciadoras con boquilla o mascarilla.

4.2. Cámara espaciadora con boquilla o mascarilla

Las cámaras espaciadoras con boquilla (o mascarilla) son dispositivos que se intercalan entre el MDI y la boca del niño.

Ventajas e inconvenientes¹⁰⁻¹³: la principal ventaja es que evitan el problema de la coordinación. Permiten un retraso entre el inicio de la inspiración y el disparo, disminuyendo el impacto orofaríngeo de las partículas y obteniendo, por tanto, un mejor depósito pulmonar (21% frente al 9%). Otra ventaja es que disminuye la aparición de candidiasis oral tras la inhalación de corticoides.

Como inconveniente, hay que señalar que son objetos voluminosos y que en algunos casos hay incompatibilidades entre los orificios de sus boquillas y los cartuchos presurizados. Los adolescentes ponen muchas dificultades para su uso y manejo habitual.

4.2.1. Aspectos mecánicos: volumen, material y sistema de válvulas de la cámara

Volumen: el volumen ideal de una cámara de inhalación se encuentra entre 150-200 ml (longitud 14 -20 centímetros y diámetro 3-10 centímetros). Algunos autores consideran que las cámaras de mayor volumen son superiores a las de menor volumen, pero esas ventajas se

diluyen ante una menor adherencia a estos dispositivos tan voluminosos^{14,15}. En la actualidad, se utilizan cámaras de menor volumen incluso en niños mayores, aunque todavía no hay evidencia científica al respecto.

La longitud de la cámara también tiene un papel importante. Para una distribución óptima de las partículas, cuyo tamaño es de 1-5 micras DMMA, la distancia ideal entre el MDI y la cara del niño debe ser de 14 a 28 centímetros¹¹. Y es que, hay que tener en cuenta el espacio muerto existente, especialmente cuando se usa mascarilla, ya que esto condiciona la cantidad de aerosol que se precisa.

Material de la cámara: la mayor parte de las cámaras están hechas de plástico (ABS, copoliéster...) aunque también las hay de metal.

Cuando son de plástico, este material les confiere una carga electrostática por la cual las partículas del fármaco tienden a depositarse en las paredes de la cámara. Esto supone una disminución de la cantidad del fármaco circulante, lo cual afecta al depósito pulmonar.

Aunque la diferencia en la vida media del fármaco varía de 9 segundos en las de plástico frente a los 30 segundos en las de metal, varios estudios han demostrado que las cámaras realizadas con material plástico permiten partículas más finas de medicación, mejor depósito pulmonar del fármaco y mejores resultados clínicos^{16,17}.

En la actualidad, existen cámaras de inhalación fabricadas con un material plástico que evitaría esta actividad electrostática, de manera que el fármaco podría permanecer circulando en el aire, mejorando el depósito pulmonar.

Sistema de válvulas: la función de las válvulas en la cámara de inhalación es regular los flujos. La mayor parte de las cámaras disponen de una válvula unidireccional sensible, que se abre ante flujos inspiratorios bajos.

Lo ideal es disponer de dos válvulas: una inspiratoria y una espiratoria.

La válvula inspiratoria permite ver su movimiento y comprobar que el niño realiza bien la técnica y la válvula espiratoria permite exhalar el aire sin que este penetre de nuevo en la cámara.

Existen cámaras sin válvulas y algunos estudios avalan que no existen diferencias significativas entre el uso de medicación con cámara de inhalación con o sin válvulas¹⁸, a pesar de ello, en nuestro medio se insiste en el uso de cámaras con válvulas para que solo circule aire en la dirección de la inhalación, cerrándose cuando el niño espira y desviando así el aire espiratorio fuera de la cámara¹⁰⁻¹³.

4.2.2. Tipos de cámaras

A lo largo de los años se han ido creando y mejorando diferentes tipos de cámaras y otras se han descatalogado, bien porque han sido superadas técnicamente o bien porque el fármaco para el que fueron diseñadas ha dejado de utilizarse en el tratamiento del asma en Pediatría.

En el momento actual, las más utilizadas son las cámaras que se describen en la **Tabla 1**.

Por el contrario, Aeroscopic®, Nebuhaler®, Nebuchamber®, Dynahaler®, Nebulfarma®, Pulmichamber®, Ildor® y Fisonair® han sido cámaras utilizadas durante muchos años pero

Tabla 1. Diferentes tipos de cámaras espaciadoras

	Material de la cámara	Volumen (ml)	Mascarilla	Válvula	Tipo válvula
Optichamber Diamond® (Philips Respironics)	Plástico ABS	140	Con boquilla Se puede adaptar boquilla a mascarilla: • Neonato • Lactante • Niño	Sí (2)	Unidireccional de baja resistencia Sonora
Prochamber® (Philips Respironics)	Plástico Copoliéster	145	Con boquilla Se puede adaptar boquilla a mascarilla: • Neonato • Lactante • Niño	Sí	Unidireccional
Aerochamber Plus Flow-Vu® (Sandoz)	Plástico	145	Mascarilla incorporada a la cámara (neonato, lactante y niños)	Sí	Unidireccional de baja resistencia
Vortex® (Rendon Europe)	Aluminio	205	Con boquilla Se puede adaptar boquilla a mascarilla: • Neonato • Lactante • Niño	Sí	Unidireccional de baja resistencia
Babyhaler® (GSK)	Plástico	350	Mascarilla incorporada a la cámara	Sí (2)	Unidireccional de baja resistencia
Volumatic® (GSK)	Plástico	750	No	Sí	Unidireccional
Inhalventus® (Aldo Unión)	Plástico	750	No	Sí	Unidireccional

que en el momento actual, o no se fabrican, o están descatalogadas y no hay existencias en los almacenes farmacéuticos.

Mascarilla facial: las cámaras espaciadoras con mascarilla son los dispositivos recomendados para los menores de 3-4 años. La mascarilla debe ser de un material flexible para que se acople de una forma correcta al tamaño facial del niño pues, si no se consigue, se reducirá la

dosis administrada^{19,20}. Cuanto menos colaborador sea el niño, más seguro y rígido debe ser el sistema de unión de la mascarilla a la cámara.

La desventaja que tiene la mascarilla es el espacio muerto añadido a la longitud de la cámara²¹, por lo que en cuanto el niño tenga capacidad, se debe intentar el uso de cámara sin mascarilla. De esta forma, se eliminará el espacio muerto de la mascarilla y aumentará

la biodisponibilidad del fármaco y el depósito pulmonar.

Limpieza: debe realizarse de forma periódica con agua y un jabón neutro. Las cámaras de plástico, debido a su efecto electrostático sobre las partículas, se deben mojar al menos una vez por semana y durante una hora con un detergente doméstico, aclarándola y dejándola sin secar durante 24 horas. Cuando la cámara es nueva o no da tiempo a realizar esta operación, se debe impregnar las paredes con varias pulsaciones del fármaco y esperar unos minutos antes de utilizarla^{10,12,22}.

Método de utilización:

- Niños colaboradores: destapar y agitar energicamente el inhalador. Se acopla el inhalador a la cámara, colocando esta en horizontal o hacia arriba. Meter la boquilla de la cámara en la boca del niño, sellando bien los labios, evitando que haya fisuras en los laterales y sin taparla con los dientes ni la lengua. Intentar que pase el menor tiempo posible entre el disparo y el inicio de la inhalación por parte del niño. Respirar a través de la cámara a volumen corriente entre 2-3 veces con cámara pequeña y 3-5 veces si la cámara es grande. Si no colabora correctamente, se pueden contar 5-10 segundos de respiración a través de la cámara. Para administrar la segunda pulsación, se realiza misma la operación, agitar el dispositivo y disparar de nuevo. Enjuagar la boca tras finalizar las inhalaciones.
- Niños no colaboradores: utilizar la cámara con mascarilla cubriendo nariz y boca y manteniéndola lo más ajustada posible y seguir los pasos anteriores. No olvidar lavar la cara

del niño y enjuagar la boca tras la inhalación. Los más pequeños que no sepan enjuagarse la boca, que beban un poquito de agua. El motivo es evitar el depósito orofaríngeo.

Factores que hay que tener en cuenta durante el uso de la cámara de inhalación:

- **Efectuar solamente una pulsación por dosis.** Dar más pulsaciones puede provocar pérdidas de hasta el 30%. Se ha comprobado que entre 3 y 5 inhalaciones a volumen corriente tras cada pulsación son clínicamente más eficaces que una inhalación profunda¹⁰⁻¹³.
- **Material en adecuado estado.** Las válvulas deben comprobarse periódicamente: si no están en buen estado deben cambiarse o desechar la cámara. Si existen fisuras también se debe reemplazar la cámara.

4.2. Sistema de autodisparo o inducido por inspiración

Este inhalador, que también cuenta con un cartucho presurizado, merece una mención aparte, ya que su sistema valvular permite que la emisión del aerosol se active de modo simultáneo a la inspiración del niño, eliminando por tanto la necesidad de coordinación tan difícil de conseguir en Pediatría. Además, se activan con flujos inspiratorios reducidos, entre 18-30 l/minuto y son muy silenciosos. Tipos:

- Easy Breathe.
- Sistema Autohaler.

Limpieza: Se debe extraer el cartucho y lavar con agua y jabón neutro, teniendo cuidado de no dejar obstruida la válvula.

4.3. Inhaladores de polvo seco (DPI)

Los inhaladores de polvo seco (DPI, *dry powder inhaler*) (Figura 2) generan aerosoles de tipo heterodisperso y un tamaño de partículas entre 1 y 2 micras. El flujo inspiratorio ideal que precisan es entre 30 y 60 l/minuto.














4.3.1. Ventajas e inconvenientes¹⁰⁻¹²

Hay que destacar entre las ventajas de su utilización que la eficacia clínica es igual o su-

perior a la obtenida con los MDI, incluso con cámara, ya que el depósito pulmonar llega a alcanzar un 25-35% de la dosis administrada. Son fáciles de utilizar, no precisan coordinación ni por lo tanto cámara, son de pequeño tamaño, la mayoría informa de las dosis disponibles, la dosis liberada es uniforme, y no contienen propelentes.

El inconveniente principal es que debido al flujo inspiratorio que precisan no se pueden utilizar en niños pequeños o en casos con un

Figura 2. Inhaladores de polvo seco

CORTICOIDES INHALADOS		BRONCODILADORES DE ACCIÓN CORTA	
<p>BUDESONIDA Novopulm Novolizer</p>  <p>200 µg 400 µg</p>	<p>BUDESONIDA Pulmicort Turbuhaler</p>  <p>100 µg 200 µg 400 µg</p>	<p>SALBUTAMOL Ventilastin Novolizer</p>  <p>100 µg</p>	
<p>FLUTICASONA Accuhaler Flixotide / Trialona / Flusonal / Inalacor</p>  <p>100 µg 500 µg</p>	<p>MOMETASONA Asmanex Twisthaler</p>  <p>200 µg 400 µg</p>	<p>TERBUTALINA Terbasmin TH</p>  <p>500 µg</p>	
COMBINACIONES CORTICOIDES + BRONCODILADORES DE ACCIÓN PROLONGADA			
<p>FLUTICASONA PROPIONATO - SALMETEROL Seretide/ Plusvent/Anasma/ Inalduo/ Brisair AH</p>  <p>50/100 µg 50/250 µg 50/500 µg</p>	<p>BUDESONIDA-FORMOTEROL Symbicort/ Rilast TH</p>  <p>4,5/80 µg 4,5/160 µg 9/320 µg</p>	<p>FLUTICASONA FUROATO - VILANTEROL Relvar Ellipta</p>  <p>92/22 µg 184/22 µg</p>	<p>BUDESONIDA-FORMOTEROL Bufomix Easyhaler</p>  <p>4,5/160 µg 9/320 µg</p>
<p>TIOTROPIO BROMURO Spiriva</p>  <p>Spiriva HandiHaler 18 µg/caps. Spiriva Respimat 2,5 µg/puff</p>	<p>BUDESONIDA Miflonide aerolizer</p>  <p>200 µg 400 µg</p>	<p>BECLOMETASONA - FORMOTEROL Foster Nexthaler</p>  <p>100/6 µg</p>	

Copyright Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergia y Asma Pediátricas (SEICAP) 2017

grado de obstrucción alto, por lo que no son útiles en crisis moderadas o graves. Asimismo, algunos pacientes no aprecian la inhalación del fármaco y, además, es preciso tener cuidado con la humedad. Son más caros que los MDI.

4.3.2. Clasificación según el número de dosis del fármaco que proporcionan

Se pueden dividir en dos grupos: DPI monodosis y DPI multidosis.

DPI monodosis: fueron los primeros que se desarrollaron. Se trata de cápsulas con una sola dosis del fármaco que son perforadas por agujas al accionar el dispositivo y quedan preparadas para la inhalación. Si bien el método puede resultar algo engorroso, tiene la ventaja para algunos pacientes de que, si la cápsula es transparente, se puede ver vacía si la inhalación ha sido correcta, aunque esto no asegura el depósito pulmonar porque gran parte del fármaco puede quedar en la boca. Los DPI monodosis son: Aerolizer®, Spinhaler®, Handihaler®.

DPI multidosis: son los más utilizados en Pediatría. Se disponen de 5 sistemas: Turbuhaler®, Accuhaler®, Easyhaler®, Twisthaler® y Novolizer®.

- **Sistema Turbuhaler®:** proporciona 200 dosis de fármaco sin gases propelentes ni aditivos. El tamaño de las partículas que produce es de 1-2 micras, que al ser inhaladas adquieren una gran turbulencia, creada al pasar el aire por unos conductos de forma helicoidal—de ahí viene su nombre—y avisa cuando quedan las últimas 20 dosis con una marca roja en el indicador que tiene en la

parte inferior. Precisa flujos altos, por lo que no se recomienda antes de los 6 años.

- **Sistema Accuhaler®:** el fármaco viene colocado en pequeños depósitos de una tira autoenrollable. Cada vez que se acciona el gatillo un óvulo se desplaza a la zona de inhalación y es agujereado. Proporcionan 60 dosis de producto con un dispositivo en el exterior que indica el número de dosis que quedan por utilizar.
- **Sistema Easyhaler®:** presenta 200 dosis de fármaco. El contador se mueve cada 5 activaciones y cuando quedan 20 dosis el contador se pone en rojo. Este sistema, al contrario que los anteriores, por las características del dispositivo es necesario agitarlo enérgicamente de 3 a 5 veces antes de iniciar la inhalación. Una vez agitado se pulsa el botón hasta oír el clic para activar la medicación.
- **Sistema Novolizer®:** presenta un cartucho con 200 dosis. Aunque se apriete el botón dosificador varias veces solo se carga una dosis. Tiene un sistema de ventana que cambia de color rojo a verde cuando se carga y de nuevo pasa a color rojo tras una inhalación correcta.
- **Sistema Twisthaler®:** en la base del inhalador se encuentra una ventana con un contador que muestra el número de dosis que quedan disponibles. Al abrir y cerrar el dispositivo, el capuchón tiene una flecha que debe quedar completamente alineada con el contador.

Limpieza: como norma general, los DPI se afectan con la humedad y nunca deben lavarse con

agua. Se recomienda limpiar la boquilla con un paño o papel después de utilizarse.

4.3.3. Método de utilización

Existen diferentes tipos, como se ha descrito previamente, pero todos se usan de forma parecida. La diferencia está en la manera de cargar la dosis. Estos dispositivos no se deben agitar a diferencia de los MDI, salvo el Easyhaler, como se ha descrito anteriormente.

Técnica de uso: antes de cargar el dispositivo, este se debe colocar en la posición correcta de uso, dependiendo de cada uno de los sistemas. Una vez colocado en la posición correcta, se cargará el dispositivo. A continuación, se debe espirar profundamente con el inhalador alejado de la boca y se coloca la boquilla entre los labios, sellando correctamente y se inspira lo más rápido y con la mayor fuerza posible. Aguantar la respiración unos segundos y eliminar el aire lentamente. Si hay que repetir la dosis, se esperará 1-2 minutos y se repiten todos los pasos. Tras ello, se debe cerrar el dispositivo y enjuagar la boca.

Método de carga de los dispositivos más frecuentes de polvo seco:

- Sistema Turbuhaler®: destapar, girar la rueda de color a un lado y al otro hasta oír un clic.
- Sistema Accuhaler®: abrir, girar la tapa y girar la palanca hacia la derecha.
- Sistema Easyhaler®: destapar, pulsar la parte superior de color hacia abajo hasta oír un clic. Agitar.
- Sistema Novolizer®: destapar y apretar el botón de color a fondo (la ventana roja se debe

poner verde). Al aspirar, se oye un ruido y la ventana verde vuelve al rojo. Si no ha hecho ruido y la ventana sigue verde, volver a aspirar.

- Sistema Twisthaler®: destapar y ya está cargado. Al poner la tapa cargará la dosis para el siguiente uso.

5. GRUPO 2. NEBULIZADORES

Mediante algunos sistemas neumáticos o ultrasónicos, pueden generarse aerosoles de partículas líquidas de pequeño tamaño para que puedan ser inhalados fácilmente a través de una mascarilla facial o una boquilla. Hay varios tipos:

- **Jet nebulizador o nebulizador neumático:** se basa en el efecto Venturi, por el que se transforma un fluido en un aerosol rompiendo la tensión superficial de este. Puede utilizarse con aire comprimido, oxígeno o compresor. En Pediatría se aconsejan con oxígeno a 6-8 l/minuto²³.
- **Nebulizador ultrasónico:** requiere una fuente de electricidad. Las ondas ultrasónicas pueden inactivar algún medicamento que esté en suspensión, motivo por el que se desaconsejan para los corticoides inhalados²⁴. Es más caro que el tipo *jet*.

Ventajas:

- No requieren colaboración por parte del niño.
- Fluidifican las secreciones.
- Capacidad para administrar fármacos a dosis altas y en asociación.
- Son compatibles con oxigenoterapia.

Puede haber pacientes que por su edad o situación no toleren las cámaras y los nebulizadores pueden ser una opción. Se pueden utilizar en crisis graves que requieran nebulización continua o traslados desde el medio rural al hospital²⁵.

Inconvenientes:

- La retención del fármaco que se produce en las paredes del equipo es muy alta y no se produce un aumento proporcional de la cantidad de producto que alcanza los pulmones.
- Precisan más tiempo, son más caros, complejos y engorrosos que los MDI y los DPI.

6. ¿EXISTE EL INHALADOR O CÁMARA DE INHALACIÓN “IDEAL”?

De forma general, la administración de medicamentos inhalados mediante los MDI con o sin cámara espaciadora o DPI es la que reúne mayores ventajas, puesto que ofrece una mayor rapidez en su acción terapéutica y tiene menos efectos secundarios. En el tratamiento de las exacerbaciones, de forma habitual en Pediatría, salvo en crisis graves se aconseja el MDI con cámara espaciadora.

Hay que adaptarse a las necesidades individuales de cada paciente y en cada circunstancia ya que **no existe el inhalador o la cámara ideal**.

En Pediatría, la elección del sistema de inhalación depende fundamentalmente de la edad y de la capacidad de aprendizaje del niño. Se recomienda, como norma general, utilizar las cámaras espaciadoras con mascarilla en lactantes y niños pequeños. En cuanto el niño sea capaz de colaborar se debe sustituir la mascarilla por una boquilla⁹⁻¹³. Debemos intentar mantener la cámara espaciadora hasta que el niño domine la técnica de inhalación del polvo seco que no precisa coordinación, dejando para niños mayores o adolescentes bien entrenados la utilización del cartucho presurizado sin cámara (**Tabla 2**).

Entre nebulización o inhalación con cámara, preferimos este último sistema, dejando la nebulización para crisis graves o casos muy concretos.

7. CONCLUSIONES

- Para indicar un dispositivo de inhalación adecuado a la edad y posibilidades de cada paciente, es preciso escoger el dispositivo atendiendo a la edad, destreza, preferencias

Tabla 2. Dispositivos de elección según edad

Edad	De elección	Alternativa
<4 años	Inhalador presurizado con cámara y mascarilla facial	Nebulizador con mascarilla facial
4-6 años	Inhalador presurizado con cámara espaciadora con boquilla	Inhalador presurizado con cámara y mascarilla facial Nebulizador con mascarilla facial
>6 años	Inhalador de polvo seco Inhalador presurizado con cámara espaciadora con boquilla	Nebulizador con boquilla Inhalador presurizado activado por inspiración

y eficacia clínica, explicar las características del sistema y de las técnicas, demostrar cómo se utiliza, comprobar la realización de la técnica y reevaluar periódicamente en las visitas de control.

- Se debe plantear el cambio de un sistema a otro dependiendo de la edad, de la preferencia del niño mayor o cuando el asma no evolucione correctamente.
- Es necesario tener en la consulta dispositivos inhaladores con placebo para comprobar su correcto uso antes de que la familia salga de nuestra consulta.

6. Bisgaard H. Aerosol treatment of children. *An Esp Pediatr*. 1999;(S 123):49-52.
7. Dolovich M, Dhand R. Aerosol drug delivery: developments in device design and clinical use. *Lancet*. 2011 Mar 19;377(9770):1032-45.
8. Busquets Monge RM, Escribano Montaner A, Fernández Benítez M, García Marcos L, Garde Garde L, Íbero Iborra M, *et al*. Consensus statement on the management of paediatric asthma. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2006;34:88-101.
9. Castillo Laita JA, de Benito Fernández J, Escribano Montaner A, Fernández Benítez M, García de la Rubia S, Garde Garde J, *et al*. Consenso sobre tratamiento del asma en Pediatría. *An Pediatr (Barc)*. 2007;67:253-73.

BIBLIOGRAFÍA

1. GEMA 4.3. Guía española para el manejo del asma [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: www.gemasma.com
2. Global Initiative for asthma (GINA) [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en <http://www.ginasthma.org/>
3. Pellegrini J, Molino del AM. Educación del paciente asmático en edad pediátrica y su entorno. En: García-Marcos L, Garde J, Escribano A, Malmierca F. *Asma en Pediatría*. Barcelona: Edipharma; 2002. p. 221-46.
4. Takemura M, Kobayashi M, Kimura K, Mitsui K, Masui H, Koyama M, *et al*. Repeated instruction on inhalation technique improves adherence to the therapeutic regimen in asthma. *J Asthma*. 2010;47(2):202-8.
5. Grupo de Trabajo de la SEPAR, Giner J, Basualdo LV, Casan P, Hernández C, Macián V, *et al*. Normativa sobre la utilización de fármacos inhalados. *Arch Bronconeumol*. 2000;36:34-43.
6. Pellegrini Belinchón J, Ortega Casanueva C. Manejo de inhaladores e interpretación de espirometría: la clave del asma en Pediatría. *Pediatr Integral*. 2012;XVI(15):67-71.
7. Úbeda Sansano MI, Cortés Rico O, Montón Álvarez JL, Lora Espinosa A, Praena Crespo M. Dispositivos de inhalación. El Pediatra de Atención Primaria y los dispositivos de inhalación. En: Documentos técnicos del GVR (publicación DT-GVR-X) [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: <http://aepap.org/grupos/grupode-vias-respiratorias>
8. Pellegrini Belinchón J, Martín Ruano J, Ortega Casanueva C, Arriba de Méndez S. PulmiAsma. Programa de formación acreditada en el diagnóstico y tratamiento del asma en la edad pediátrica. En: Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: <http://www.sepeap.org/>
9. Andrés Martín A, Pérez Pérez G, Navarro Merino M. Cámaras de inhalación para el niño asmático.

- Una actualización desde el punto de vista práctico. *Vox Paediatr.* 2014;XXI(2):35-52.
14. Hess D. Aerosol delivery devices in the treatment of asthma. *Respir Care.* 2008;53:699-723.
 15. Lavorini F, Fontana GA. Targeting drugs to the airways: the role of spacer devices. *Expert Opin Drug Deliv.* 2009;6:91-102.
 16. Rau JL, Coppolo DP, Nagel MW, Avvakoumova VI, Doyle CC, Wiersema KJ, *et al.* The importance of nonelectrostatic materials in holding chambers for delivery of hydrofluoroalkane albuterol. *Respir Care.* 2006;51:503-10.
 17. Coppolo DP, Mitchell JP, Nagel MW. Levalbuterol aerosol delivery with a nonelectrostatic versus a nonconducting valved holding chamber. *Respir Care.* 2006;51:511-4.
 18. Rodríguez-Martínez CE, Sossa-Briceño MP, Castro-Rodríguez JA. Comparison of the bronchodilating effects of albuterol delivered by valved vs. nonvalved spacers in pediatric asthma. *Pediatr Allergy Immunol.* 2012;23:629-35.
 19. Xu Z, Hsu W, von Hollen D, Viswanath A, Nikander K, and Dalby R. Methodology for the in vitro evaluation of the delivery efficiency from valved holding chambers with facemasks. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2014;27:S44-S54.
 20. Minh T, von Hollen D, von Königsłow AJ, Nikander K, Janssens HM. An instrumented valved holding chamber with facemask to measure application forces and flow in young asthmatic children. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2014;27:S55-S62.
 21. Amirav I, Newhouse MT. Dead space variability of face masks for valved-holding chambers (VHCs). *Isr Med Asso J.* 2008;10:24-26.
 22. The Asthma Guidelines Working Group of the Canadian Network for Asthma Care. Canadian Pediatric Asthma Consensus Guidelines, 2003. *CMAJ.* 2005;173(Suppl 6):S1-S56.
 23. Hess D, Fisher D, Williams P, Pooler S, Kacmarek RM. Medication nebulizer performance. Effects of diluent volume, nebulizer flow, and nebulizer brand. *Chest.* 1996;110:498-505.
 24. Oliveira C, Muñoz A, Domenech A. Nebulized therapy. SEPAR year. *Arch Bronconeumol.* 2014 Dec;50(12):535-45.
 25. Cates CJ, Crilly JA, Rowe BH. Holding chambers (spacers) versus nebulizers for beta-agonist treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Sep 13;(9):CD000052.

Enlaces recomendados

26. Asma: uso de medicación inhalada en dispositivos de polvo seco. En: Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: http://www.seicap.es/documentos/archivos/6C8_wseicappolvoseconov2012.pdf
27. Inhaladores de polvo seco o DPI. En: Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: http://www.seicap.es/inhaladores-de-polvo-seco-o-dpi_53427.pdf
28. Instrucciones para manejar un inhalador. En: Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria [en línea] [consultado el 19/06/2019]. Disponible en: http://www.seicap.es/instrucciones-para-manejar-un-inhalador_53406.pdf