



OPTIMIZANDO EL ABORDAJE DEL ASMA BRONQUIAL

Manuel Alcántara Villar
(coordinador)

un
i Universidad
Internacional
de Andalucía
A

Optimizando el abordaje del asma bronquial. Manuel Alcántara Villar (coordinador)

Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía, 2023. ISBN: 978-84-7305-396-8. Enlace: <http://hdl.handle.net/10334/7376>

CAPÍTULO 5

USO ADECUADO DE LOS DISPOSITIVOS DE INHALACIÓN PARA EL ASMA

LUIS MANUEL ENTRENAS COSTA*, MARTA ENTRENAS CASTILLO**.

**Facultativo Especialista de Neumología. Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba.
Servicio de Neumología. Hospital QuirónSalud Córdoba. Profesor Asociado de Medicina de la Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba.*

*** Facultativo Especialista de Neumología. Hospital QuirónSalud, Córdoba.*

1. Introducción

La Guía Española para el Manejo del Asma (GEMA) (PLAZA, V. 2021) indica que la principal vía para administrar la medicación es la inhalatoria. Por ello, conocer los distintos dispositivos y su correcto manejo resulta crítico a la hora de instaurar el tratamiento para estos pacientes (PLAZA, V. 2016).

Sin embargo, a sus innumerables ventajas, como precisar menor dosis, inicio rápido de la acción o menos efectos secundarios, contraponen su principal problema, porque un fallo en la técnica inhalatoria equivale a no realizar tratamiento (incumplimiento inconsciente). También es oportuno recordar que el aparato respiratorio posee unos mecanismos de defensa que tratan de impedir la entrada de cualquier elemento extraño en la vía aérea, que es justo lo contrario de lo que se pretende al instaurar esta terapia.

En el presente capítulo revisaremos los principales tipos de dispositivos inhalatorios, así como su correcto manejo.

2. Conceptos teóricos básicos

A la hora de conseguir que un fármaco administrado por vía inhalatoria alcance su objetivo hay tres factores que condicionan el depósito pulmonar y que dependen de las características del aerosol, de las características del paciente y del modo en que se realiza la inhalación (LABIRIS, N. R. 2003).

2.1. Características del aerosol

Cuando en medicina hablamos de aerosoles, nos referimos a una suspensión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en el aire o en un gas. Estas partículas pueden ser de tamaño uniforme (aerosol monodisperso) o, lo que es mucho más frecuente en los dispositivos comercializados, tener diferente tamaño (aerosol heterodisperso). Pero lo que tiene trascendencia es el diámetro de la mediana de la masa aerodinámica (DMMA) que es el diámetro en el que la mitad de la masa de las partículas tiene un tamaño mayor, y la otra mitad, menor.

Dentro de la nube de partículas, tiene interés distinguir la fracción de partículas respirables que son las que tienen un diámetro inferior a 5 μm . Las partículas de menor tamaño (0,5-2 μm) llegan a los bronquiolos terminales y la región alveolar, las comprendidas entre 2 y 5 μm se depositan en las pequeñas vías aéreas, las que tienen entre 5-10 μm , en las grandes vías aéreas, y las de tamaño superior a 10 μm , en el área orofaríngea.

Las partículas de tamaño inferior a 0,5 μm , no llegan a depositarse y, o se expulsan al exterior con la espiración, o atraviesan la membrana alveolo-capilar. En definitiva, el tamaño ideal de las partículas aerosolizadas para que se depositen en las pequeñas vías y regiones alveolares es de 1-5 μm .

La Figura 1, adaptada de Köbrich y cols. (KÖBRICH, R. 1994), muestra la relación entre el DMMA y el lugar de deposición.

Además del tamaño de partícula, son importantes otras características, generalmente derivadas de las propiedades físico-químicas de la molécula, como la higroscopicidad, la densidad y carga electrostática.

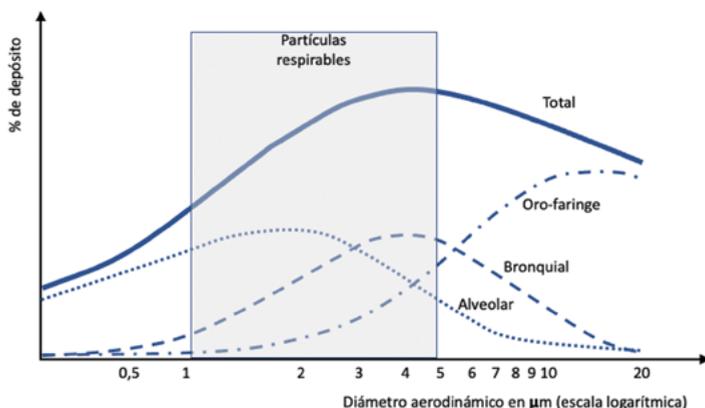
2.2. Características del paciente

La anatomía de la vía aérea es un factor poco modificable a la hora de mejorar el depósito pulmonar, salvo circunstancias poco controlables como la existencia de una traqueotomía.

Posiblemente, la patología que estemos tratando sea también otro factor que influya, aunque no existen estudios amplios sobre el depósito pulmonar en las diferentes patologías obstructivas (asma o EPOC) o en los diferentes estadios de la enfermedad (estabilidad, agudización, gravedad de la obstrucción, etc.).

La vía recomendada para realizar la maniobra de inhalación es la boca. En teoría, también podría utilizarse la vía nasal, pero esta debe de quedar reservada para otros usos, como los nebulizadores, ya que la nariz filtra más que la boca por lo que minimiza el depósito pulmonar.

Figura 1. Relación entre el diámetro de la partícula y el lugar de deposición. Las partículas de tamaño respirable (entre 1 y 5 μm) son las que con mayor probabilidad pueden alcanzar el territorio alveolar para ejercer su acción terapéutica. Las de menor tamaño suelen ser expulsadas con la espiración, mientras que las mayores impactan el territorio oro-faríngeo. Modificado de KÖBRICH, R. 1994.



2.3. Maniobra de inhalación correcta

Puede considerarse como el factor más determinante a la hora de obtener el efecto terapéutico óptimo.

Aunque se especificará dentro del apartado correspondiente, cada tipo de inhalador precisa una maniobra inspiratoria diferente. Así, los cartuchos presurizados necesitan de una inhalación lenta y profunda (HESSELINK, A. E. 2001), mientras que los dispositivos de polvo seco la precisan con el mayor flujo inspiratorio que el paciente pueda generar (AZOUZ, W. 2012).

Independientemente del tipo de dispositivo, toda maniobra correcta debe de completarse con una apnea inspiratoria. El tiempo de apnea recomendado es de 10 segundos, porque favorece el depósito pulmonar. Una posterior espiración suave parece mejorar la biodisponibilidad del fármaco (ÁREA DE ASMA DE SEPAR, 2013).

3. Tipos de inhaladores

Cualquier dispositivo inhalatorio empleado en el tratamiento del asma puede ser clasificado en uno de los tres grupos siguientes: cartuchos presurizados, cámaras de inhalación / espaciadores y dispositivos de polvo seco (ÁREA DE ASMA DE SEPAR, 2013).

3.1. Cartucho presurizado

Fue el primer tipo de inhalador comercializado y se conocen por su acrónimo pMDI (del inglés *pressurized metered-dose inhaler*). El fármaco se encuentra dentro del cartucho formando una disolución o, lo que es más frecuente, en suspensión en un propelente que, al activar el dispositivo, se convierte en gas formando el aerosol que es heterodisperso y consigue un depósito pulmonar del 7 al 14% (ÁREA DE ASMA DE SEPAR, 2013).

En los primeros comercializados, el gas propelente utilizado era freón, un derivado clorofluorocarbonado (CFC), pero, debido a la liberación de cloro y su contribución a la destrucción de la capa de ozono, el protocolo de Montreal estableció su desaparición antes de 2005, por lo que fue sustituido por nuevos propelentes como los hidrofluoroalcanos (HFA) que, a la larga, han resultado ser más ventajosos puesto que son liberados del cartucho a mayor temperatura y menor velocidad (BARRY, P. W. 1997), contribuyendo a disminuir el impacto faríngeo y mejorar el depósito pulmonar.

Dentro de sus ventajas se encuentran que no precisan de energía externa para su funcionamiento, son portátiles y herméticos, fáciles de transportar, difícilmente se contaminan, son rápidos en su utilización, el tamaño de partícula es independiente de la maniobra inhalatoria realizada, la dosis liberada es conocida, exacta y reproducible, hay disponibles múltiples principios activos y combinaciones en

este formato, el fármaco se percibe bien, precisa flujos inhalatorios bajos, es adaptable a circuitos de ventilación y son de fácil limpieza y mantenimiento.

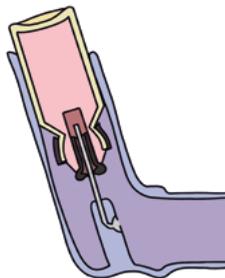
Entre sus inconvenientes, se encuentran que requieren de un propelente, es muy difícil coordinar de forma correcta la pulsación y el inicio de la maniobra inspiratoria, no son los que proporcionan un depósito pulmonar óptimo y, por tanto, presentan un depósito oro-faríngeo alto, el efecto irritante de los propelentes puede originar el efecto freón-frío (el paciente detiene la inspiración al notar el aerosol frío en su boca), salvo excepciones, carecen de contador de dosis restante, precisan agitar antes de su uso, salvo los que son una disolución y, para garantizar un uso óptimo, precisan utilizarse acoplados a una cámara de inhalación.

Dentro de los cartuchos presurizados existen diferentes tipos:

Convencionales

Constan de una pequeña bombona o cartucho presurizado que contiene las partículas de fármaco en suspensión junto al propelente, una válvula dosificadora, que libera la dosis y una carcasa de plástico externa en la que se introduce el cartucho y sobre el que descansa la válvula de salida del aerosol. La Figura 2 representa de manera esquemática un pMDI.

Figura 2: representación esquemática de un pMDI. La medicación se encuentra dentro de un cartucho metálico formado una suspensión o una disolución a presión. El cartucho está protegido por una carcasa, habitualmente de plástico. Cuando se ejerce presión sobre el cartucho, el líquido que sale a través de la válvula dispensadora pasa a estado gaseoso por el cambio de presión así puede ser inhalado. Ilustración original de los autores.



De partículas extrafinas (Modulite®)

Aunque de apariencia similar a los convencionales, son más modernos. Se trata de un pMDI que contiene el fármaco en solución (por lo que no precisan

agitarse) junto con orificio de válvula de menor tamaño, lo que proporciona un aerosol con partículas más finas y una nube de aerosol emitida a menor velocidad, lo que facilita la maniobra de coordinación pulsación-inhalación a la vez que disminuye el impacto faríngeo y el efecto freón frío, permiten su utilización sin cámara espaciadora, necesitan un flujo inspiratorio menor y mejoran el depósito intrapulmonar (GABRIO, B. 1999). Entre sus inconvenientes figuran que hay pocos fármacos disponibles en este formato, precisan almacenamiento refrigerado y, una vez dispensados, caducan en tres meses.

Cartuchos presurizados de dosis medida de auto disparo

Son similares a los pMDI convencionales, pero se activan automáticamente cuando el paciente inicia la inspiración, evitando la coordinación pulsación-inspiración. Proporcionan un mayor depósito pulmonar de fármaco que los pMDI convencionales (ÁREA DE ASMA DE SEPAR, 2013). Sin embargo, requieren flujos inspiratorios algo mayores para activarlos y el número de fármacos disponibles es muy limitado.

Inhalador de niebla fina

Actualmente, sólo disponible con el sistema Respimat® que mediante la energía mecánica que genera un resorte, atomiza la disolución del medicamento al liberarla a través de un filtro de 1.000 orificios que conduce el aerosol al exterior en dos columnas que colisionan generando una nube muy fina de aerosol (ZIERENBERG, B. 1999). Entre sus ventajas, destaca que no contiene propelentes tipo CFC o HFA, la velocidad de salida del aerosol es muy lenta, lo que facilita la coordinación y mejora el depósito pulmonar, precisando flujos inspiratorios muy bajos. Además, el dispositivo incorpora un contador de dosis y tapón integrado. Entre sus inconvenientes, destaca que hay que acoplar el cartucho al dispensador, que la maniobra de carga puede ser difícil en determinados pacientes con limitación de la movilidad de manos y que hay muy pocos principios activos disponibles.

3.1.1. Técnica de inhalación de los dispositivos pMDi

El principal inconveniente que presenta este dispositivo es la necesaria coordinación entre la inspiración y la pulsación. Conseguir una técnica de inhalación correcta mejorará el depósito pulmonar, a la vez que minimizará los efectos secundarios locales.

Los pasos principales para el pMDI son:

- El paciente debe estar de pie o sentado con el cuello en extensión, para permitir la máxima expansión torácica.
- Sujetar el cartucho entre los dedos pulgar e índice. Destapar, agitar para obtener una mezcla homogénea, y situar en posición vertical en forma de L. Con el sistema Modulite no es necesario agitar.
- Vaciar los pulmones en una maniobra espiratoria máxima.
- Colocar la boquilla entre los dientes y sellar los labios alrededor de la misma. Dejar la lengua en el suelo de la boca para no interferir en la salida del medicamento.
- Comenzar la inspiración lentamente y accionar el pulsador continuando la inspiración.
- Retirar el inhalador de la boca y mantener una apnea inspiratoria un mínimo 10 segundos para facilitar el depósito de las partículas.
- Esperar un mínimo 30 segundos si hubiera que administrar una segunda dosis.
- Tapar el cartucho presurizado y enjuagar la boca (muy especialmente tras la inhalación de corticoides).

En el caso del pMDI activado por la inspiración, la técnica de inhalación es idéntica a la del pMDI convencional, pero no es necesario presionar el inhalador, sólo hay que tener la precaución de mantener la inspiración tras la activación del dispositivo.

3.1.2. Mantenimiento y limpieza de los dispositivos pMDI

Se recomienda no exponerlos a temperaturas superiores a 50 grados centígrados ni inferiores a 30, protegerlos de la luz solar directa, no se deben congelar, no perforar el envase o arrojarlo al fuego, realizar 2 - 4 pulsaciones al aire cuando se utilicen por primera vez o si no se ha usado durante varios días.

La limpieza se realiza extrayendo el cartucho y lavando con agua y jabón neutro la carcasa de plástico. Después, aclarar con abundante agua y secar. Finalmente, se acopla el cartucho a su carcasa.

En los sistemas de autodisparo, es preferible limitar la limpieza al exterior, sin manipular el interior ni sumergirlo en agua.

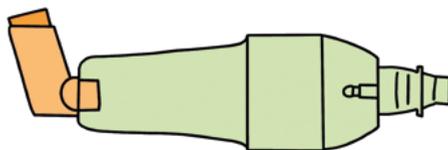
Si el dispositivo contiene formoterol, debe de ser almacenado en frío hasta el primer uso. Una vez abierto, ya no es necesario, aunque solo se mantienen durante tres meses.

3.2. Cámaras de inhalación / espaciadores

Las cámaras y los espaciadores consiguen separar físicamente la boquilla del dispositivo de la boca del paciente, reduciendo la velocidad de la nube de aerosol que llega a la boca, a la vez que favorece la evaporación del propelente (Figura 3). Las partículas de mayor tamaño impactan en las paredes de la cámara, consiguiendo con esto un menor impacto faríngeo y una concentración mayor en la vía aérea inferior. Por ello, es posible emplear una dosis menor, minimizando con esto la posibilidad de aparición de efectos secundarios (LAVORINI, F. 2009). Las dosis de medicación deben de realizarse de manera individual y no colocando múltiples dosis en el interior para inhalarlas de manera conjunta.

En la actualidad, la terapia inhalada parece dominada por los dispositivos de polvo seco, sin embargo, el uso de cámaras y espaciadores constituye una alternativa costo-efectiva si el paciente es incapaz de generar flujos inspiratorios suficientes para otros dispositivos.

Figura 3: representación esquemática de una cámara con un pMDI acoplado. Al realizar la pulsación, se favorece la evaporación del propelente y el depósito de las partículas de mayor tamaño en las paredes de la cámara consiguiendo un menor impacto faríngeo a la vez que una mayor concentración del medicamento en la vía aérea inferior. Ilustración original de los autores.



Existen múltiples modelos en el mercado que pueden tener diferentes características:

- Válvula unidireccional, que elimina la necesidad de coordinar la maniobra inspiratoria y la pulsación del pMDI.
- Hinchables, sin válvula, que aumentan el espacio entre la boca y el pMDI.
- Plegables, tipo Aerospic®[®], actúan como las cámaras espaciadoras, pero al poderse plegar disminuyen su volumen, haciendo más fácil su transporte. Disponen de válvula unidireccional.
- Espaciadores simples, generalmente rígidos o tubos: separan la boca del cartucho y favorecen la evaporación del propelente, no contienen válvulas.

- Adaptables al uso por boca, con boquilla, con mascarilla oro-nasal, o conectables al circuito externo de un ventilador mecánico.

3.2.1. Ventajas e inconvenientes de las cámaras

Entre sus ventajas, cabe destacar que solventan el principal problema de los pMDI, ya que hacen innecesaria la coordinación entre pulsación e inspiración. También disminuyen la incidencia de efectos secundarios locales oro-faríngeos, anulan el efecto freón-frío y aumentan el depósito pulmonar de fármaco. Debido a que precisan un flujo inspiratorio muy bajo, pueden emplearse en el tratamiento de las agudizaciones, equivaliendo el efecto de un fármaco administrado con cámara al que proporciona un nebulizador (BOE, J. 2001).

Sin embargo, presentan unas limitaciones evidentes; tamaño grande, añaden un segundo dispositivo, lo que las hace poco manejables, no todos los modelos son universales, existiendo incompatibilidad entre diferentes cámaras y dispositivos y no se percibe bien la realización del inhalador, lo que podría desembocar en un mayor grado de incumplimiento.

3.2.2. Mantenimiento y limpieza de las cámaras

Se trata de dispositivos de uso personal. La limpieza debe de realizarse al menos una vez por semana, desmontando las piezas que deben de ser lavadas con agua templada y detergente neutro. Deben de dejarse secar sin frotar porque la fricción con un paño podría aumentar la carga electrostática y, con ello, atraer las partículas del aerosol a las paredes de la cámara, disminuyendo la dosis efectiva. Debe de comprobarse las válvulas, cambiando el dispositivo si estas no se encuentran en buen estado. También debe de reemplazarse si la cámara presenta fisuras.

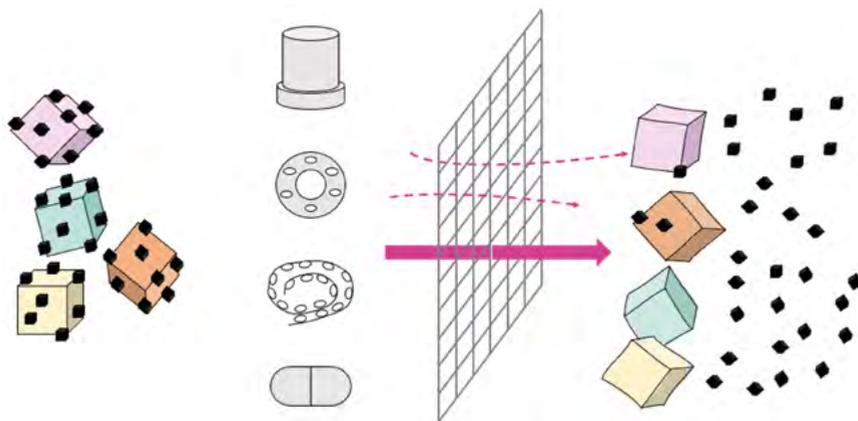
3.3. Dispositivos de polvo seco

Los inhaladores de polvo seco (DPI, *dry powder inhaler*) constituyen un grupo de dispositivos que no contienen propelentes. La medicación se encuentra almacenada en forma de polvo con un vehículo que, habitualmente, es lactosa (TELKO, M. J. 2005) y que son activados cuando el paciente inhala, por lo que salvan el principal inconveniente de los pMDI. Posiblemente, este aspecto sea el que ha propiciado un rápido incremento en su desarrollo y comercialización.

Además, son los preferidos por los pacientes (GINER, J. 2004) y los prescriptores (PLAZA, V. 2012) en nuestro país.

Existen dos tipos: multidosis y monodosis, según el fármaco se encuentre en un depósito o en una cápsula, respectivamente. El fármaco suele encontrarse en forma de aglomerado, generalmente con lactosa y, durante la inhalación, se desagrega en el interior del dispositivo, liberando lactosa, que por su tamaño impacta en el área oro-faríngea, y el fármaco que, por su menor tamaño, alcanza la vía aérea inferior (Figura 4).

Figura 4: representación esquemática de la liberación del medicamento en un DPI. El fármaco (puntos negros) se encuentra en forma de aglomerado generalmente con lactosa y contenido en un depósito, blíster o cápsula. Durante la inhalación, se desagrega en el interior del dispositivo que libera lactosa, que por su tamaño impacta en la vía aérea superior, junto con el fármaco que por su tamaño alcanza la vía aérea. Basado en LAUBE, B. L. (2011)



Sistemas monodosis (por orden alfabético): Aerolizer®, Breezhaler® (Figura 5), Handihaler®, Inhalator Ingelheim®, Spinhaler®, Zonda®. El medicamento se encuentra en el interior de una cápsula de gelatina dura que se introduce manualmente en el depósito del dispositivo cada vez que el paciente realiza la inhalación y, tras esta, debe retirarla. Su principal inconveniente es que hasta que el paciente retira la cápsula del blíster o del envase, inhala y se retira la cápsula ya utilizada dejando el dispositivo listo para la siguiente inhalación, son precisos múltiples pasos, lo que multiplica la posibilidad de errores.

Figura 5: ejemplo de dispositivo monodosis (Breezhaler®).
Imagen original de los autores.



Sistemas multidosis (por orden alfabético): Accuhaler® (Figura 6), Aerolizer®, Easyhaler®, Ellipta®, Forspiro®, Genuair®, Handihaler®, Nexthaler®, Spiromax®, Turbuhaler® y Twisthaler®. Son los dispositivos más novedosos y de mayor uso. Permiten administrar múltiples dosis del fármaco que se encuentra en un reservorio del que se retira mediante un sistema dosificador, o bien está precargado en alvéolos. Los más modernos disponen de algunas mejoras tecnológicas, entre otras, detectan si el paciente inhaló la dosis (Nexthaler®), se bloquean tras la última dosis administrada (Genuair®), la carga se realiza con solo abrir el dispositivo (Spiromax®, Nexthaler®, Ellipta®, Twisthaler®) o al accionar un pulsador (Easyhaler®, Genuair®), tienen retroinformación (*feedback*) visual y auditiva tras la inhalación (Nexthaler® y Genuair®). Los de última generación han logrado reducir al mínimo el número de pasos necesarios para su activación (abrir-inhalar-cerrar) lo que, al menos de manera teórica, minimiza la posibilidad de errores.

Figura 6: ejemplo de dispositivo multidosis (Accuhaler®).
Imagen original de los autores.



3.3.1. Consideraciones técnicas de los DPI

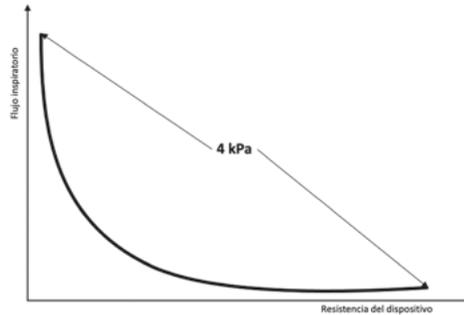
Un aspecto importante en este tipo de dispositivos es la influencia de la resistencia interna al flujo de aire inspiratorio que se precisa para producir la activación del mismo. Esto puede llevar a cometer graves errores pensando, de manera simplista, que es más difícil para un paciente muy obstruido realizar la activación de un dispositivo de alta resistencia al flujo aéreo, lo que no es cierto (LAUBE, B. L. 2011).

Estos dispositivos carecen de un propelente que impulse el medicamento desde el reservorio a la vía aérea. Por ello, deben de ser activados creando una diferencia de presión entre el dispositivo y la vía aérea. Esta diferencia se ha estimado en 4 kPa (LAUBE, B. L. 2011) e intervienen tanto el flujo inspiratorio como la resistencia del dispositivo según la fórmula: Incremento de $P = R \times V$, donde el incremento de presión, en nuestro caso 4 kPa, R el valor de la resistencia intrínseca del dispositivo y V el flujo inspiratorio que genera el paciente. De la fórmula se deduce que la presión es directamente proporcional a las dos variables y, por tanto, los dispositivos con una valor de resistencia bajo requerirán de un flujo inspiratorio alto, mientras que los de resistencia elevada precisan de un flujo inspiratorio muy bajo. Así, los dispositivos de baja resistencia intrínseca (Aerolizer®, Spinhaler®, Breezhaler®, Twisthaler®) requieren flujos inspiratorios superiores a 90 l min⁻¹. Los de resistencia media (Accuhaler®, Genuair®, Novolizer®, Nexthaler®) requieren flujo de entre 60 y 90 l min⁻¹. Los de resistencia media/alta (Turbuhaler®) entre 50-60 l min⁻¹, mientras que los de alta resistencia (Easyhaler®, Handihaler®) el flujo necesario es inferior a 50 l min⁻¹ (ÁREA DE ASMA DE SEPAR, 2013). La Figura 7 esquematiza esta relación entre flujo, presión y resistencia intrínseca del dispositivo.

Los dispositivos de alta resistencia tienden a producir un mayor depósito pulmonar que los de baja resistencia, aunque su relevancia clínica no está claramente establecida (CLARK, A. R. 1993). Por otro lado, los flujos inspiratorios elevados favorecen el depósito central en detrimento del periférico (USMANI, O. S. 2005).

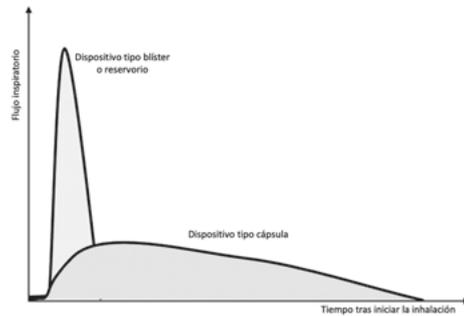
Estos dispositivos liberan el medicamento en los primeros instantes de la inspiración. Por ello, el paciente debe de ser instruido para realizar una maniobra que acerque el pico inspiratorio de flujo lo más próximo posible al inicio de la maniobra inspiratoria. Una excepción a esta recomendación son los dispositivos que utilizan una cápsula porque liberan el medicamento durante toda la maniobra de inspiración. La Figura 8 representa el momento de la inspiración en el que

Figura 7: relación entre el flujo inspiratorio y la resistencia del dispositivo. La presión estimada para activar un DPI es de 4 kPa, influyendo tanto la resistencia del dispositivo como el flujo inspiratorio según la fórmula $\Delta P = R \times \dot{V}$. Es decir, la presión es directamente proporcional a las dos variables (resistencia y flujo). Por ello, para conseguir la presión requerida en un dispositivo de alta resistencia se precisa un flujo inspiratorio bajo y viceversa. Basado en LAUBE, B. L. 2011.



cada dispositivo libera el medicamento. El paciente debe de ser instruido para ser capaz de generar su pico inspiratorio de flujo lo más próximo posible al punto en que se libera el medicamento.

Figura 8: Momento de la inspiración en el que cada dispositivo libera el medicamento. El paciente debe de ser instruido para que acerque su pico de flujo lo más posible al punto en que se libera la medicación. Modificado de LAUBE, B. L. 2011.



3.3.2. Ventajas e inconvenientes de los DPI.

Entre sus ventajas, destacan que su eficacia clínica es, al menos, igual que la de los pMDI, salvan el problema de la coordinación entre pulsación e inhalación, carecen de propelentes, por lo que son menos contaminantes, tienen

indicador de dosis restantes, son pequeños y de fácil manipulación y, en algunos estudios, se demuestra que son los preferidos por los pacientes y el personal sanitario (GINER, J. 2004).

Entre sus limitaciones están que precisan realizar una inspiración rápida y con flujos más altos que los pMDI, presentan un mayor porcentaje de impacto oro-faríngeo, algunos pierden la dosis si se realiza la espiración a través del dispositivo, en algunos, no se percibe la inhalación, corren riesgo de apelmazar el fármaco en caso de humedecerse, suelen ser más caros que los pMDI y no se pueden utilizar en pacientes sometidos a ventilación mecánica.

3.3.3. Mantenimiento y limpieza

Es importante mantener el inhalador en un lugar seco para preservarlo de la humedad, realizando la limpieza sin agua, con un paño seco que no libere pelusa o con papel seco alrededor de la boquilla tras utilizarlo. Posteriormente, cerrarlo y guardarlo.

4. Criterios de elección del dispositivo

La prescripción del dispositivo es un acto con mucha más importancia de la que se le atribuye habitualmente. Muchos profesionales de la salud piensan que la terapia inhalada es muy simple, por lo que los pacientes no precisan adiestramiento, y no habría que dedicar mucho tiempo a ello. Sin embargo, nada más lejos de la realidad.

La elección suele realizarse muchas veces según la edad y situación clínica del paciente, aunque los aspectos que se consideran más importantes son la preferencia del paciente y la comprobación por parte del educador que la técnica se realiza de forma correcta por parte del paciente (DOLOVICH, M. B. 2005). No obstante, hay que reseñar que cualquier dispositivo es eficaz cuando se realiza una técnica inhalatoria correcta (DOLOVICH, M. B. 2005).

Para tratar de conjugar las preferencias del paciente y las opiniones del médico, se ha desarrollado la herramienta Re-VISAD (GINER, J. 2018) que propone considerar cinco ítems:

- V: Valore la experiencia previa del paciente en el uso y manejo de inhaladores.

- I: Inhalador fácil de utilizar por el paciente.
- S: Similar mecanismo de acción, en el caso de que se deban prescribir varios.
- A: Adaptado al estilo de vida del paciente.
- D: Dedique tiempo en adiestrar a su paciente en su correcto uso.

De estas recomendaciones, se deduce que la experiencia previa con un tipo concreto de dispositivo tiene un peso innegable, si el paciente lo realiza bien y que, en caso de precisar múltiples fármacos, sería preferible utilizar las combinaciones en un solo dispositivo en lugar de los fármacos por separado (STOLOFF, S. W. 2004)

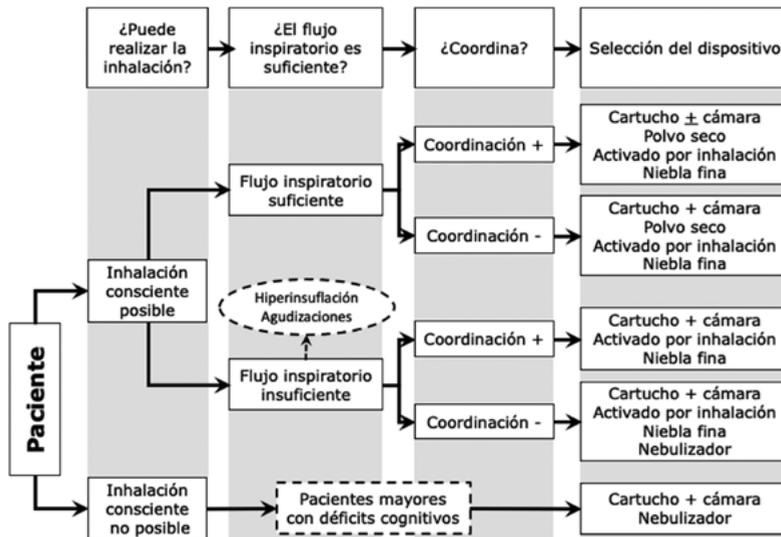
Además, a la hora de tomar la decisión, hay que considerar otros factores como son:

- Factores dependientes del médico prescriptor: además de la ya comentada creencia de la aparente facilidad del tratamiento inhalado, el conocimiento general que tienen los prescriptores sobre el tratamiento inhalado es muy bajo. En un trabajo publicado por Plaza y cols. (PLAZA, V. 2012), el conocimiento teórico sobre la forma adecuada de realizar un DPI (tipo de dispositivo preferido por los médicos encuestados) solo lo tenía el 14,2% se los analizados, siendo algo mejor entre los neumólogos que entre los médicos generales, alergólogos o internistas. En un trabajo posterior, el mismo grupo demuestra que estos errores persisten en el tiempo al analizar dos periodos diferentes: 1975-1995 y 1996-2014 (PLAZA, V. 2018).
- Factores relacionados con la gravedad de la enfermedad: en situación estable, la gravedad de la obstrucción puede comprometer la capacidad para generar un flujo inspiratorio adecuado (DEKHUIJZEN, P. N. R. 2013). En este apartado, habría que considerar si la enfermedad se encuentra en situación estable o agudizada en el momento de la prescripción. Por último, es procedente recordar en que el tratamiento del asma y la EPOC no es el mismo, debiendo ser extremadamente cautos a la hora de prescribir las nuevas triples terapias en el mismo dispositivo que no son intercambiables entre ambas enfermedades.
- Factores dependientes del fármaco: no todos los principios activos se encuentran disponibles en un tipo de dispositivo concreto.
- Factores dependientes del dispositivo: los perfiles de inhalación óptimos difieren con el dispositivo. Mientras que lo pMDI precisan de una inhalación lenta, los DPI precisan un flujo alto con gran aceleración

(DEKHUIJZEN, P. N. R. 2013). También deben de considerarse los problemas de coordinación inhalación-pulsación y limitaciones funcionales en relación con otras enfermedades (alteraciones osteo-musculares, patología pleural, laringuectomía, etc.). De aquí, la importancia de la supervisión por personal sanitario adiestrado que nos permitirá saber si el dispositivo prescrito para ese paciente concreto tiene posibilidades de ser realizado con éxito.

- Factores dependientes del paciente: la edad es un factor importante. Se recomienda para niños el uso de pMDI con cámara espaciadora. En los primeros años con mascarilla facial, que será sustituida por pieza bucal lo antes posible. Debe de controlarse la posibilidad de inhalar conscientemente y manipular el dispositivo coordinando el esfuerzo inspiratorio. Por último, debe de contarse con la preferencia del paciente.

Figura 9: Algoritmo para decidir qué tipo de dispositivo es el apropiado para cada paciente. El primer paso es determinar si el paciente es capaz de realizar una maniobra de inhalación consciente, excluyendo que haya déficits cognitivos que impidan la maniobra. El segundo, la capacidad de realizar una maniobra con flujo inspiratorio suficiente. Por último, comprobar si el paciente es capaz de realizar de manera coordinada la maniobra pulsación-inhalación. Modificado de Bosnic-Anticevich (BOSNIC-ANTICEVICH, S. Z. 2018).



A efectos prácticos, se han propuesto diversos algoritmos para orientar el tipo de dispositivo. En la figura 9, adaptamos el propuesto por Bosnic-Anticevich y cols. (BOSNIC-ANTICEVICH, S. Z. 2018). En él, el primer paso es determinar si el paciente es capaz de realizar una maniobra de inhalación consciente, excluyendo que haya déficits cognitivos que impidan la maniobra. El segundo, la capacidad de realizar una maniobra con flujo inspiratorio suficiente. Por último, comprobar si el paciente es capaz de realizar de manera coordinada la maniobra pulsación-inhalación.

4.1. Situaciones especiales: intubados/ventilación no invasiva

Para los pacientes sometidos a ventilación invasiva o no, el dispositivo de elección es el pMDI con espaciador o los nebulizadores (LAUBE, B. L. 2011). Los pMDI tienen a su favor la ventaja del precio y tener menos riesgo de dañar los sensores de flujo del dispositivo. Un volumen corriente mayor de 0,5 L garantiza que el fármaco alcanzará el tracto respiratorio inferior. La generación de aerosol depende del dispositivo, modo de ventilación mecánica pulmonar, flujo inspiratorio y distancia al tubo endotraqueal. La humedad en el circuito reduce el depósito, pero el Heliox la incrementa. Hay nebulizadores de nueva generación diseñados para ventilación mecánica. En el caso concreto de la ventilación no invasiva, son más efectivos cuando el puerto de fuga está en el circuito y no en la máscara.

5. Bibliografía

- 1) ÁREA DE ASMA DE SEPAR, (2013) «Consenso SEPAR-ALAT sobre terapia inhalada», *Archivos de Bronconeumología* 49(SUPPL.1), pp. 2–14.
- 2) AZOUZ, W. (2012) «Clarifying the dilemmas about inhalation techniques for dry powder inhalers: Integrating science with clinical practice», *Primary Care Respiratory Journal* 21, pp. 208–213.
- 3) BARRY, P. W. (1997) «In vitro comparison of the amount of salbutamol available for inhalation from different formulations used with different spacer devices», *European Respiratory Journal*. *Eur Respir J* 10, pp. 1345–1348.
- 4) BOE, J. (2001) «European respiratory society guidelines on the use of nebulizers», *European Respiratory Journal* 18, pp. 228–242.

- 5) BOSNIC-ANTICEVICH, S. Z. (2018) «Continued Innovation in Respiratory Care: The Importance of Inhaler Devices», *Tuberculosis and Respiratory Diseases* 81, pp. 91–98.
- 6) CLARK, A. R. (1993) «The relationship between powder inhaler resistance and peak inspiratory conditions in healthy volunteers--implications for in vitro testing», *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery* 6, pp. 99–110.
- 7) DEKHUIJZEN, P. N. R. (2013) «Prescription of inhalers in asthma and COPD: Towards a rational, rapid and effective approach», *Respiratory Medicine* 107, pp. 1817–1821.
- 8) DOLOVICH, M. B. (2005) «Device selection and outcomes of aerosol therapy: Evidence-based guidelines: American College of Chest Physicians/ American College of Asthma, Allergy, and Immunology», *Chest* 127, pp. 335–371.
- 9) GABRIO, B. (1999) «A new method to evaluate plume characteristics of hydrofluoroalkane and chlorofluorocarbon metered dose inhalers», *International journal of pharmaceutics* 186, pp. 3–12.
- 10) GINER, J. (2004) « [Patient preference in the choice of dry powder inhalers]», *Archivos de bronconeumologia* 40, pp. 106–109.
- 11) GINER, J. (2018). «Desarrollo de una herramienta para integrar la opinión del paciente en la elección del dispositivo inhalador. Recomendaciones re-VISAD», *Archivos de Bronconeumología* 54 (Espec Cong 1), pp. 9–10.
- 12) HESSELINK, A. E. (2001) «Determinants of an incorrect inhalation technique in patients with asthma or COPD», *Scandinavian Journal of Primary Health Care* 19, pp. 255–260.
- 13) KÖBRICH, R. (1994) «A Mathematical Model of Mass Deposition in Man», *The Annals of Occupational Hygiene* 38, pp. 15–23.
- 14) LABIRIS, N. R. (2003) «Pulmonary drug delivery. Part I: Physiological factors affecting therapeutic effectiveness of aerosolized medications», *British Journal of Clinical Pharmacology* 56, pp. 588–599.
- 15) LAUBE, B. L. (2011) «What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies», *European Respiratory Journal* 37, pp. 1308–1331.
- 16) LAVORINI, F. (2009) «Targeting drugs to the airways: The role of spacer devices», *Expert opinion on drug delivery* 6, pp. 91–102.

- 17) PLAZA, V. (2012) «External validation of the recommendations of the multidisciplinary consensus about inhaled therapies», *Archivos de bronconeumología* 48, pp. 189–196.
- 18) PLAZA, V. et al. (2012) «Physicians' knowledge of inhaler devices and inhalation techniques remains poor in Spain», *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery* 25, pp. 16–22.
- 19) PLAZA, V. et al. (2016) «Terapia inhalada en el asma», *Medicina Clínica* 146, pp. 316–323.
- 20) PLAZA, V. et al. (2018) «Errors in the Use of Inhalers by Health Care Professionals: A Systematic Review», *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice* 6, pp. 987–995.
- 21) PLAZA, V. et al. (2021) «Highlights of the Spanish Asthma Guidelines (GEMA), version 5.0», *Archivos de bronconeumología (English ed.): [Online]* 57 (1), pp. 11–12.
- 22) PLAZA, V. et al. (2021). «Highlights of the Spanish Asthma Guidelines (GEMA), version 5.0.», *Archivos de Bronconeumología (Engl Ed)* 57, pp. 11–12.
- 23) STOLOFF, S. W. (2004) «Improved refill persistence with fluticasone propionate and salmeterol in a single inhaler compared with other controller therapies», *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 113, pp. 245–251.
- 24) TELKO, M. J. (2005) «Dry powder inhaler formulation», *Respiratory care* 50, pp. 1209–1227.
- 25) USMANI, O. S. (2005) «Regional lung deposition and bronchodilator response as a function of beta2-agonist particle size», *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 172, pp. 1497–1504.
- 26) ZIERENBERG, B. (1999) «Optimizing the in vitro performance of Respi-mat», *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery* 12 (SUPPL. 1), pp. S19-24.