



versión digital
ISSN: 1578-7516



COMPLEJO ASISTENCIAL DE ZAMORA
Hospital Virgen de la Concha
Hospital Provincial
Hospital Comarcal de Benavente

Unidad de Calidad
www.calidadzamora.com



NuevoHospital

Vol. V - Nº 17 - Año 2005 - Nº edición: 111

Publicado el 19 de diciembre de 2005

GUÍA PARA LA UTILIZACIÓN DE FÁRMACOS POR VÍA INHALADA

M^a Teresa Antolín García.

COMPLEJO ASISTENCIAL DE ZAMORA. SACYL.
Hospital Virgen de la Concha.
Sección de Neumología.

NuevoHospital
Unidad de Calidad
Hospital Virgen de la Concha
Avda. Requejo 35
49022 Zamora
Tfno. 980 548 200
www.calidadzamora.com

Periodicidad: irregular
Editor: Hospital Virgen de la Concha. Unidad de Calidad
Coordinación Editorial: Rafael López Iglesias (Director Gerente)
Dirección: Jose Luis Pardal Refoyo (Coordinador de Calidad)
Comité de Redacción:
Isabel Carrascal Gutiérrez (Supervisora de Calidad)
Teresa Garrote Sastre (Unidad de Documentación)
Carlos Ochoa Sangrador (Unidad de Investigación)
Margarita Rodríguez Pajares (Grupo de Gestión)
ISSN: 1578-7516

©Hospital Virgen de la Concha. Unidad de Calidad. Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida sin la autorización por escrito de los propietarios.

La administración de fármacos por vía inhalada es un método frecuentemente utilizado en el tratamiento de las enfermedades respiratorias. Tiene la ventaja de poder utilizar fármacos a dosis muy bajas y de hacerlos llegar donde van a desarrollar su acción. Esto va a permitir que los efectos terapéuticos sean rápidos y eficaces y los efectos indeseables mínimos. Para que esto sea así es preciso que todo el personal sanitario implicado en el cuidado de los pacientes respiratorios tenga un adecuado conocimiento técnico sobre como deben utilizarse y poder elegir el inhalador que mejor se adapte al paciente, y darle instrucciones sobre la maniobra de inhalación requerida y la importancia de la técnica correcta así como los aspectos referidos al mantenimiento del dispositivo.

La mayor limitación para que estos fármacos consigan el efecto deseado deriva de la posibilidad de que el enfermo realice mal la técnica de inhalación. En los diversos trabajos publicados se estima que, en general y para cualquier dispositivo de inhalación, sólo entre el 20% y el 45% de los pacientes se administra correctamente la medicación inhalada. No cabe duda de que esas cifras varían ampliamente según cuál sea la enfermedad que padece el paciente, el entorno personal y familiar en el que se efectúa el estudio, el tipo de inhalador empleado o el grado de aprendizaje que tiene el enfermo del dispositivo de inhalación que utiliza.

También parece claro que dichas cifras se reducen significativamente cuando se ofrece al enfermo la posibilidad de aleccionarse en un taller de inhaladores, en el que se le enseña el manejo del tipo de inhalador que se le ha prescrito.

La educación del paciente para que aprenda una técnica adecuada y la revisión periódica de esta técnica son fundamentales para corregir posibles errores y conseguir así que la medicación inhalada sea lo más eficaz posible

Clásicamente los fármacos administrados por vía inhalada eran los broncodilatadores y antiinflamatorios, pero cada vez se está ampliando a otros productos como antibióticos en el tratamiento de fibrosis quística y bronquiectasias o vasodilatadores para el manejo de la hipertensión pulmonar.

En un futuro es posible que pacientes con enfermedades no respiratorias puedan beneficiarse de la inhalación de otros fármacos como insulina y opiáceos.

El depósito del fármaco en la vía aérea va a estar condicionado por el tamaño de las partículas producidas en el generador de aerosol, la forma de respiración y características anatómicas del paciente. Para que el depósito de las partículas tenga lugar en los bronquios más distales y de pequeño tamaño tendrán un tamaño de 1 a 5 micras; las menores de 1 micra pueden ser exhaladas con la espiración y las mayores de 5 micras se depositan por impactación en las vías aéreas superiores y bronquios principales.

La forma de respiración también va a influir sobre el depósito del fármaco. Un volumen inspiratorio reducido impide la correcta penetración y un volumen elevado permite la entrada de una buena cantidad del producto. El flujo inspiratorio ideal para el depósito adecuado de las partículas oscila entre 30 y 60 litros. Un flujo elevado, superior a 100 litros/ minuto, facilita el depósito por impactación pero consigue una elevada penetración de partículas y con flujos reducidos, inferior a 30 l/ minuto, la cantidad de medicamento puede ser insuficiente. También es importante la realización de una apnea postinspiratoria para favorecer el depósito pulmonar

Los diferentes sistemas existentes para la producción de aerosoles pueden dividirse en dos grandes grupos, de acuerdo con las características físicas del fármaco que se administra. Son los llamados *inhaladores*, cuando el medicamento se dispensa en forma de pequeñas partículas sólidas, y los *nebulizadores*, cuando el medicamento se aplica como pequeñas gotas líquidas

dentro de una nube de gas. Este último sistema requiere de procedimientos especiales para que pueda ser suministrado y sólo se utiliza en pacientes poco colaboradores, muy afectados por su enfermedad o ingresados.

Los inhaladores, a su vez, pueden ser de los siguientes tipos:

- Cartuchos presurizados de dosis controlada, con o sin cámaras de inhalación.
- Sistemas con autodisparo activados por la inspiración, como el autohaler y el easybreath.
- Dispositivos de polvo seco, que también pueden ser de dos tipos:
 - Monodosis, como el spinhaler, el cyclohaler, el aerolizer, el rotahaler y el inhalator (para las llamadas *inhaletas*)
 - Multidosis, como el accuhaler, turbuhaler, novolizer y el easyhaler.

Los nebulizadores pueden ser de diversas formas y basarse en diferentes principios físicos. En general, con criterios prácticos, pueden distinguirse los siguientes tipos:

- Nebulizadores neumáticos de gran volumen.
- Nebulizadores neumáticos de pequeño volumen (micronebulizadores)
- Nebulizadores ultrasónicos.

Entre las diversas posibilidades que existen para incrementar la adherencia terapéutica, algunos autores han propuesto que la elección del dispositivo de inhalación por parte del propio paciente podría aumentar su aceptación y cumplimiento. Las recomendaciones GINA indican que se debe mostrar al paciente los diferentes dispositivos y que aquel debe tomar parte en la decisión sobre el que es el mejor para él. También recomienda que los inhaladores sean manejables, de funcionamiento sencillo, especialmente para los niños, que se requiera mínima cooperación y coordinación y con un mantenimiento mínimo.

De forma resumida se podría decir que las características del inhalador ideal serían: aquel que fuese de fácil manejo y mantenimiento, fácil de enseñar, aprender y recordar su uso correcto, fácil de transportar, ligero, pequeño, silencioso, protegido de polvo y humedad, tener la tapa sujeta a la carcasa o imposible de ser aspirada, robusto, capacidad para almacenar un nº de dosis suficientes para un mes, exactitud en la liberación de la dosis del fármaco, contador de dosis y un sistema de feedback de las dosis inhaladas.

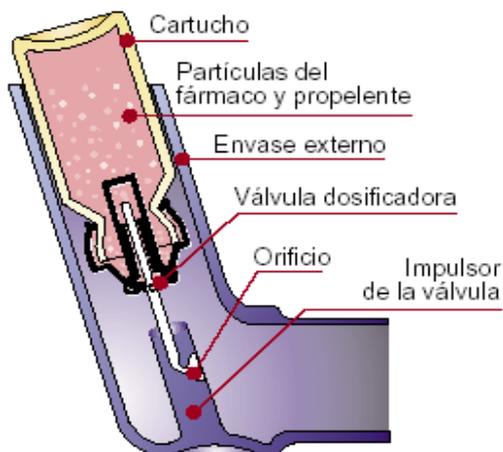
TIPOS DE SISTEMAS DE INHALACIÓN

CARTUCHOS PRESURIZADOS

Los sistemas de inhalación que utilizan un cartucho presurizado dosificador o de dosis medida o controlada son los llamados MDI (en inglés *metered dose inhaler*) Producen un aerosol con partículas sólidas y heterodispersas del fármaco, es decir de diferentes tamaños. Contiene el fármaco activo en forma sólida, pero mezclado en solución o suspensión con un gas propelente a 3 ó 4 atmósferas de presión. El gas propelente habitualmente utilizado es el freón, nombre genérico

que se aplica a una serie de compuestos gaseosos, volátiles e inertes con la estructura básica de los clorofluorocarbonos (CFC)

Estos inhaladores son multidosis y compactos y poseen las siguientes partes:



- Un cartucho o dispositivo cilíndrico, que es un contenedor metálico con capacidad por unos 10 ml.
- Una válvula dosificadora, que es una pieza clave del cartucho, ya que permite liberar, con cada pulsación, una dosis predeterminada, controlada y reproducible del fármaco micronizado
- Un envase externo de plástico, en el que se encajan las dos piezas anteriores. La presión ejercida sobre el cartucho acciona la válvula y permite la salida del aerosol a través de la boquilla (fig 1)

Fig. 1: Partes de un cartucho dosificador presurizado de dosis controlada.

VENTAJAS

- Son de pequeño tamaño y fácilmente transportables.
- Dosificación muy exacta.
- Percepción de la inhalación por el paciente lo que refuerza el efecto placebo.
- No precisan flujos inspiratorios altos.
- Se pueden acoplar a cámaras.
- Son baratos.

INCONVENIENTES

- Es difícil realizar la sincronización pulsación-inspiración.
- Efecto freón-frío (detención de la inspiración al impactar los propelentes a baja temperatura en la orofaringe)
- No ofrece control de dosis restantes.

Los errores que más frecuentemente cometen los pacientes y en los que debe insistirse sistemáticamente, cuando se enseña la técnica de inhalación con cartuchos dosificadores presurizados, son los siguientes:

- No colocar el inhalador en posición vertical.

- No agitar el cartucho de manera adecuada antes de usarlo.
- No coordinar correctamente la pulsación del dispositivo y la inspiración.
- No mantener la apnea después de la inspiración durante el tiempo suficiente o que esta última sea muy poco profunda.

MÉTODO DE UTILIZACIÓN

La técnica de inhalación cuando se utilizan cartuchos dosificadores presurizados (MDI) debe ser correcta para que pueda obtenerse el máximo beneficio del fármaco que se administra.

Los pasos que sucesivamente deben seguirse, cuando quiere aplicarse una dosis, son los siguientes (Fig 2):

1. El paciente debe estar incorporado o semiincorporado, para conseguir así la mayor expansión torácica posible.
2. Luego debe destapar el cartucho y situarlo en posición vertical, en forma de L, con la boquilla hacia abajo, sujetándolo entre los dedos índice y pulgar, con el dedo índice arriba y el pulgar en la parte inferior del dispositivo.
3. Debe agitarse suficientemente el inhalador para que se mezclen sus componentes (conviene recordar que el fármaco se encuentra siempre en estado sólido).
4. El enfermo debe efectuar una espiración lenta y profunda e inmediatamente después colocar la boquilla del cartucho entre los labios, cerrándolos a su alrededor.
5. El paciente debe, a continuación, inspirar lentamente por la boca, al tiempo que presiona una sola vez el cartucho, con lo que se activa el inhalador, y seguir inspirando de forma lenta y profunda hasta llenar totalmente los pulmones.
6. Es muy importante que la pulsación del dispositivo se efectúe después de haber iniciado la inspiración. También es importante que la lengua se sitúe en el suelo de la boca, para que no interfiera con la salida del fármaco.
7. Finalizada la maniobra inspiratoria debe retirarse el cartucho de la boca, aunque debe mantenerse una apnea y permanecer en inspiración máxima durante 10 segundos. Con ello se facilita la mejor difusión del fármaco dentro del árbol bronquial.
8. Si fuera necesario repetir la dosis del mismo o de otro aerosol, conviene esperar un mínimo de 30 segundos antes de repetir todo el proceso.
9. Tapar el cartucho y guardarlo en un lugar seguro, asegurándose antes de que aún contiene dosis suficientes para futuras inhalaciones.
10. Hay que recordar al enfermo la conveniencia de enjuagarse la boca sistemáticamente después de la utilización de cualquier aerosol y, muy especialmente, tras la inhalación de corticosteroides.

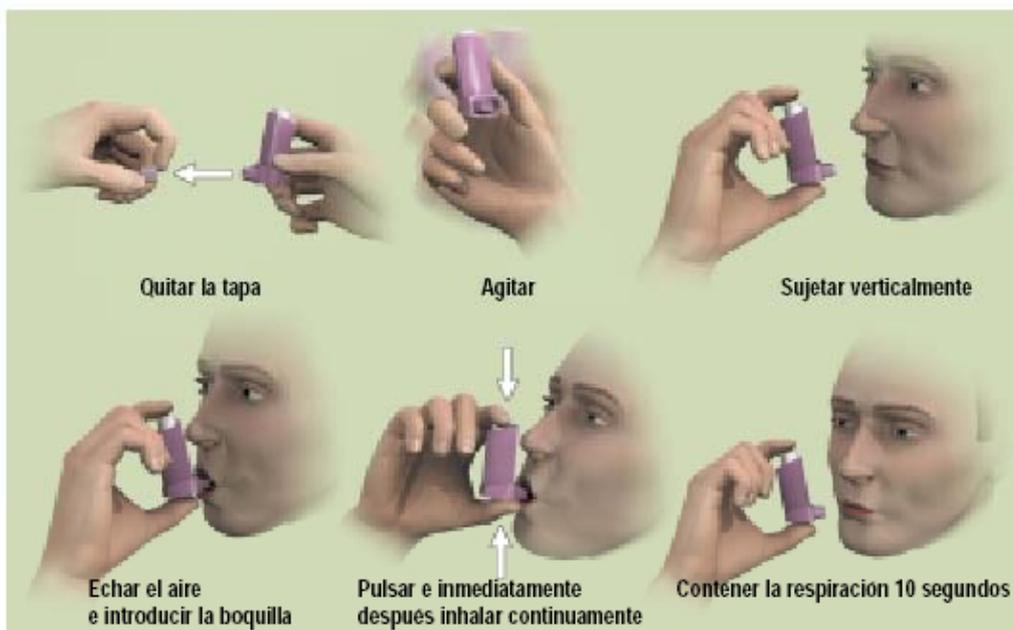


Fig. 2: Utilización de los cartuchos dosificadores presurizados

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

Aunque no sea un aspecto directamente relacionado con la técnica de inhalación, es importante conocer cómo deben mantenerse y limpiarse adecuadamente los cartuchos dosificadores presurizados. En resumen, las recomendaciones más importantes son las siguientes:

- No deben exponerse a altas temperaturas (mayores de 45-50°C).
- No deben perforarse.
- No deben utilizarse en posiciones inadecuadas, por ejemplo, en forma de P (L invertida), porque el propelente se pierde rápidamente.
- No deben ponerse aceites o lubricantes en la válvula de salida del dispositivo.

La limpieza del inhalador ha de realizarse extrayendo el cartucho metálico y limpiando el contenedor de plástico con agua y detergente suave, enjuagándolo luego abundantemente. Después debe secarse totalmente, evitando que quede agua en la base de la válvula. Por último, el cartucho debe situarse de nuevo en el contenedor. Dado que los inhaladores presurizados son de uso individual, su esterilización no es necesaria en la mayoría de los casos. Si fuera precisa, puede realizarse con sistemas fríos, como el óxido de etileno, o mediante inmersión en sustancias esterilizantes (glutaraldehído fenolato en proporción 1/16, durante 20 minutos).

SISTEMAS AUTODISPARO

Los inhaladores con autodisparo tienen una estructura muy similar a la de los cartuchos presurizados convencionales, aunque difieren en el mecanismo valvular. Los sistemas de autodisparo se basan en una válvula que permite la emisión del aerosol y que se activa con la

inspiración del paciente, por lo que no es necesaria la coordinación entre dicha inspiración y la pulsación del dispositivo. Son sistemas multidosis y algo mayores que los convencionales, pero compactos, es decir, no permiten la extracción del cartucho dosificador del armazón exterior.

Actualmente hay dos sistemas comercializados en España: el Autohaler, que se utiliza para suministrar beclometasona y el Easybreth para budesonida.

Sistema Autohaler

Los pasos sucesivos en los que debe instruirse al enfermo, cuando utiliza un sistema de inhalación tipo "autohaler", son los siguientes (Fig 3):

- El cartucho debe agitarse colocándolo en la posición vertical de disparo (en forma de L). Luego debe quitarse la tapa.
- A continuación ha de elevarse la palanca situada en la parte superior del dispositivo.
- Debe efectuarse una espiración lenta y profunda.
- El inhalador debe colocarse en la boca rodeándolo firmemente con los labios; mientras se sujeta el inhalador hay que tener cuidado de no tapar con la mano la rejilla situada en la parte inferior del sistema.
- Hay que inspirar de forma lenta y profunda por la boca y no detener la inspiración cuando el inhalador descarga el fármaco. Por el contrario, la inspiración debe mantenerse hasta llenar completamente los pulmones.
- Retirar luego el dispositivo de la boca y retener la respiración durante 10 segundos.
- Bajar la palanca a su posición de partida y cerrar el sistema con la tapa.
- Si el enfermo tiene que administrarse una nueva dosis conviene esperar un mínimo de 30-60 segundos



Fig. 3: Utilización de un dispositivo Autohaler

Sistema Easy-Breath

La técnica de inhalación con el sistema easybreath es muy similar a la anteriormente descrita para el autohaler, pero se diferencia en la forma de activar el dispositivo de autodisparo.

En concreto, los pasos a seguir son los siguientes (Fig. 4):

- Agitar el cartucho colocándolo en la posición vertical de disparo (forma de L).
- Abrir la tapa, con lo que el sistema queda activado.
- Efectuar una espiración lenta y profunda.
- Colocar el inhalador en la boca, rodeándolo firmemente con los labios; mientras se sujeta el inhalador hay que tener cuidado de no tapar con la mano la rejilla situada en la parte inferior del dispositivo.
- Inspirar de forma lenta y profunda por la boca y no detener la inspiración cuando el inhalador descarga el fármaco en la boca, sino mantenerla hasta llenar completamente los pulmones.
- Retirar el cartucho de la boca y retener la respiración durante 10 segundos.
- Después de usarlo, el inhalador debe mantenerse siempre derecho hasta cerrar la tapa.
- Si hay que repetir una nueva dosis del fármaco conviene esperar un mínimo de 30-60 segundos.

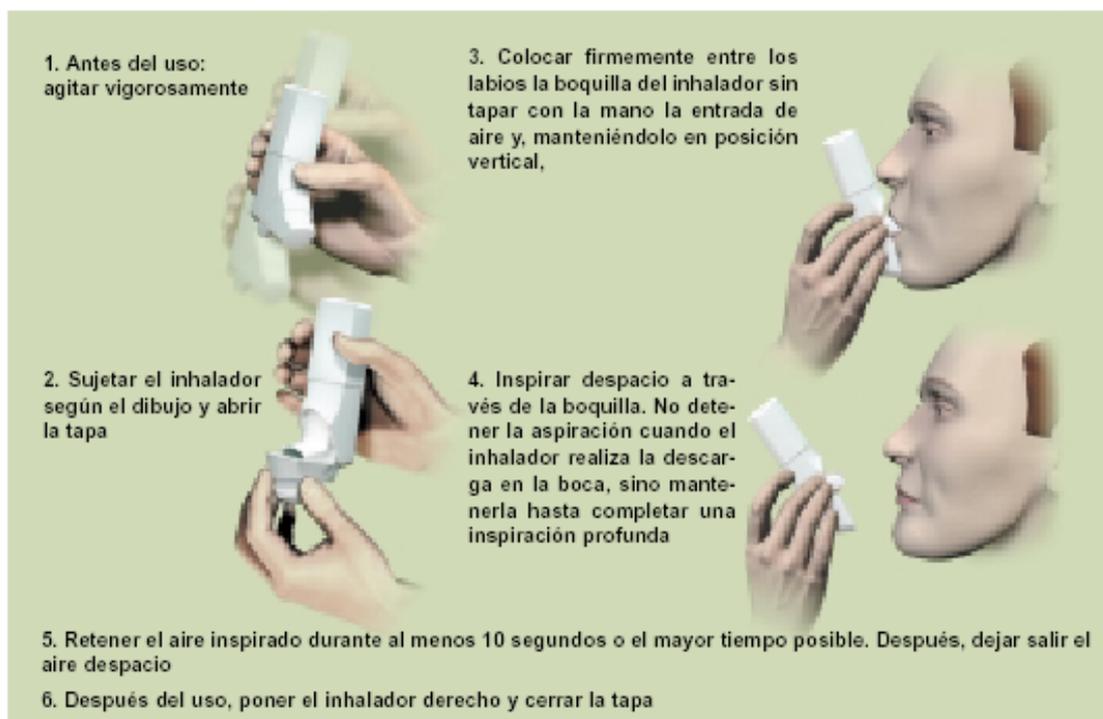


Fig. 4: Utilización de un dispositivo Easybreath

VENTAJAS

Las principales ventajas de los sistemas de inhalación con autodisparo, en comparación con las de los cartuchos presurizados de dosis medida o controlada, son las siguientes:

- En algunos dispositivos ya se han sustituido los propelentes de CFC por los de HFC.

- El autodisparo evita las dificultades que se derivan de la necesidad de coordinar el disparo y la inhalación, ya que, una vez que el enfermo realiza una inspiración profunda, el sistema se dispara automáticamente.
- El flujo de aire inspiratorio necesario para que se active el autodisparo es muy pequeño (18-30 l/minuto), lo que permite que se aplique a pacientes muy limitados (artropatías deformantes, parálisis parciales, etc.) o con mala función respiratoria, y en los niños y las personas de edad avanzada.
- La cantidad de fármaco que contiene cada cartucho es mayor que la que llevan los inhaladores clásicos y oscila, según los fabricantes, entre 200 y 400 dosis. Existen, no obstante, inhaladores con autodisparo de sólo 80 dosis, que están pensados para uso hospitalario.
- Son muy silenciosos.

CÁMARAS DE INHALACIÓN

Las cámaras espaciadoras son dispositivos diseñados para mejorar el rendimiento de los MDI. Aumentan la distancia entre el cartucho presurizado y la boca del paciente, disminuyen la velocidad de las partículas y favorecen la evaporación de los propelentes. De esta forma disminuyen el impacto orofaríngeo, disminuyendo los efectos secundarios locales. Además con el uso de cámaras espaciadoras disminuye la biodisponibilidad sistémica y aumenta la distribución pulmonar de los fármacos.

Los volúmenes de las cámaras son diferentes en niños y adultos debido a que los parámetros ventilatorios son diferentes (frecuencia y volumen corriente). En adultos se recomiendan cámaras con un volumen en torno a 750 ml y en niños en torno a 250-300 ml.

Deben llevar un sistema valvular para que sólo circule aire en la dirección de la inhalación, cerrándose cuando el individuo espira y desviando así el aire espirado fuera de la cámara. En situaciones de asma aguda son un tratamiento tan efectivo al menos como los nebulizadores. Deben usarse cuando se hace tratamiento con corticoides inhalados mediante MDI para disminuir la posibilidad de candidiasis oral.

Para su correcta utilización (Fig. 5):

1. El paciente debe estar incorporado o semiincorporado para permitir los movimientos respiratorios.
2. Agitar el inhalador y colocarlo en el orificio correspondiente de la cámara en posición vertical.
3. Exhalar el aire normalmente.
4. Introducir la boquilla de la cámara entre los dientes y sellar los labios a su alrededor.
5. Presionar el inhalador una sola vez e inmediatamente iniciar una inspiración profunda. En caso de dificultad para realizar una sola maniobra de inspiración se pueden realizar cinco o seis respiraciones a través de la cámara.
6. Retener la respiración entre 5 y 10 segundos.
7. Esperar un minuto antes de repetir una nueva inhalación.



Si activamos dos veces consecutivas el cartucho presurizado no conseguiremos más concentración de fármaco en los pulmones. Si esperamos más de uno o dos segundos entre la activación del cartucho presurizado y el inicio de la inhalación, perderemos casi todo el fármaco, que se adhiere por carga electrostática a las paredes de la cámara espaciadora. Este efecto se retrasa algo más en las cámaras de metal por la menor carga electrostática.

Fig. 5: Utilización de una cámara de inhalación

VENTAJAS

- No es necesaria una coordinación tan exacta entre la activación del MDI y la inspiración.
- Disminuyen el depósito orofaríngeo de fármaco disminuyendo la posibilidad de efectos secundarios locales (candidiasis tras el uso de corticoides inhalados).
- Anulan el efecto freón-frío.
- Aumentan la disponibilidad del fármaco en los pulmones.
- Necesitan flujos inspiratorios aun menores que los MDI.
- Son de elección para administrar medicación broncodilatadora en el tratamiento de la mayoría de las crisis (leves y moderadas).
- Si les acoplamos una mascarilla podremos administrar fármacos inhalados a niños pequeños o pacientes inconscientes.

INCONVENIENTES

Poca manejabilidad debido a su tamaño. Incompatibilidad entre las cámaras y los cartuchos presurizados. No todos los MDI se acoplan perfectamente a todas las cámaras (Tabla 1).

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS CÁMARAS ESPACIADORAS.

Cámara (fabricante)	Volumen	Características	MDI adaptables
Aeroscopic® (Boehringer Ingelheim)	800 ml	Plegable Con mascarilla Financiada	Todos
Ildor® (Fisons Ibérica)	800 ml	Sin mascarilla Financiada	Todos
Volumatic® (Glaxo Wellcome)	700 ml	Sin mascarilla Financiada	No todos
Nebuhaler® (Astra-Zeneca)	750 ml	Sin mascarilla Financiada	Pueden entrar todos
Fisonair® (Fisons Rhone Poulenc)	800 ml	Sin mascarilla Financiada	Todos
Inhalventus®	750 ml	Sin mascarilla	No todos

(Aldo-Unión)		Financiada	
Babyhaler® (Glaxo Wellcome)	350 ml	Con mascarilla No financiada	No todos
Nebuchamber® (Astra-Zeneca)	250 ml	Con mascarilla Metálica No financiada	Pueden entrar todos
Aerochamber® (Trudell Palex)	145 ml	Con mascarilla No financiada	Todos

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

La cámara de inhalación debe limpiarse al menos una vez por semana. Para ello deben desmontarse todas sus piezas y lavarse con agua templada y jabón. Posteriormente se aclaran y se secan cuidadosamente. Después del lavado debe montarse de nuevo la cámara y ha de guardarse en un lugar seco y sin polvo ni grasas. Antes de su empleo debe comprobarse que las válvulas funcionan correctamente y que la cámara no tiene grietas ni fisuras. En caso contrario debe sustituirse por una nueva.

INHALADORES DE POLVO SECO

La administración de fármacos en forma de polvo seco es casi tan antigua como el cartucho presurizado. En el año 1967 apareció el primer inhalador para la administración de cromoglicato disódico en polvo, el Spinhaler.

No ha sido hasta los últimos años cuando los dispositivos de polvo han adquirido un papel importante en la administración de fármacos por vía inhalatoria, propiciado por aspectos como el manejo incorrecto de cartuchos presurizados en algunos pacientes, las implicaciones derivadas del uso de freones y el hecho de que la maniobra de inhalación requerida por éstos resulta más fácil para el paciente que la necesaria para inhalar de un MDI⁷. Algunos consiguen un depósito pulmonar de fármaco por lo menos doble que el MDI del mismo producto y fabricante. En la actualidad se disponen de fármacos broncodilatadores y antiinflamatorios.

Los inhaladores de polvo (DPI) generan aerosoles con partículas de tamaño entre 1- 2 micras. El fármaco se suele mezclar con un aditivo, lactosa o glucosa, para facilitar su inhalación pero esas sustancias no llegan a las vías aéreas periféricas por el tamaño (20- 25 micras) que hace que impacten en tracto respiratorio superior.

Con estos inhaladores la dosis de aerosol es aportada al paciente por su propia respiración, de ese modo se evita la necesidad de coordinación entre la actuación sobre el dispositivo y la inhalación, y se solventan esos inconvenientes de los cartuchos presurizados clásicos. La inhalación debe ser enérgica para extraer el medicamento y reducir las partículas al tamaño adecuado para su depósito en las vías respiratorias.

La mayoría de los dispositivos actuales requieren un determinado flujo inspiratorio para que la inhalación sea la necesaria para conseguir el depósito de las partículas en el pulmón; aunque no solo depende del flujo máximo sino del perfil. El depósito pulmonar es mayor cuanto antes se alcance el máximo flujo

VENTAJAS

Los inhaladores de polvo seco tienen una serie de **ventajas**, respecto a los cartuchos presurizados:

- No requieren la coordinación entre la pulsación del dispositivo y la inhalación del producto.
 - Tampoco utilizan propelentes clorofluorocarbonados, que se ha demostrado que son perjudiciales para la capa de ozono de nuestro planeta.
 - El paciente percibe menos la introducción del fármaco en las vías aéreas, lo que puede ser importante en lo que se refiere al cumplimiento y la adherencia al tratamiento. Por ese motivo, algunos dispositivos añaden a la sustancia activa partículas de glucosa o de lactosa, con el objetivo de que el enfermo note que se ha tomado la medicación.
 - Presentan un indicador de dosis que informa de la cantidad de medicamento existente en el dispositivo
 - Pueden ser utilizados en pacientes traqueostomizados y laringectomizados
 - En general, estos sistemas son pequeños y fáciles de transportar y de manejar por el paciente.
 - Diversos estudios indican que son los preferidos por los pacientes
- Su eficacia clínica es igual o superior a la observada con los cartuchos presurizados.

INCONVENIENTES

Para su utilización hay que tener en cuenta unos aspectos que se podrían considerar como **inconvenientes**:

- Requieren que el flujo aéreo inspiratorio mínimo esté, según el dispositivo, entre 30 y 60 l/minuto. Este flujo puede no alcanzarse en los niños, en los ancianos o en los pacientes con un trastorno respiratorio grave
- Al usarlos hay que evitar espirar por la boquilla de inhalación.
- Al ser activados con la respiración, no pueden utilizarse en pacientes inconscientes ni en los sometidos a ventilación mecánica.
- Pueden producir un impacto en la orofaringe y aumentar los efectos secundarios locales.
- Algunos pacientes no aprecian la inhalación del fármaco lo que a veces origina una sobredosificación
- En la mayoría de los casos el dispositivo no es reciclable.
- Su precio suele ser elevado.

TIPOS DE INHALADORES DE POLVO

En función del número de dosis de fármaco que proporcionen los DPIs se clasifican en inhaladores de polvo monodosis y multidosis

Inhaladores de polvo monodosis

Fueron los primeros que se presentaron.

Los sistemas unidosis están constituidos por cápsulas o alvéolos que contienen una sola dosis del medicamento a administrar. Esto hace que la humedad influya menos sobre la conglomeración de las partículas.

Estas cápsulas se perforan, previamente a la inhalación, por un procedimiento que varía ligeramente de unos dispositivos a otros. Posteriormente se realiza una inspiración para inhalar el aerosol en polvo que debe ser repetida hasta que la cápsula esté vacía. Para cada inhalación se necesita colocar una nueva cápsula en el dispositivo. Por lo general estos sistemas requieren mayores flujos inspiratorios que los sistemas multidosis.

En el mercado existen varias formas comerciales: Spinhaler, Cyclohaler, Aerolizer, Inhalator Ingelhein, Handihaler, Inhalador Frenal y Rotahaler.

Los fármacos disponibles para administrar por el sistema unidosis son los siguientes: cromoglicato disódico, formoterol, bromuro de ipratropio, tiotropio, budesonida

Para utilizar de forma correcta un inhalador de polvo monodosis deben seguirse, sucesivamente, los pasos siguientes (Fig. 6):

- Retirar el capuchón protector del dispositivo.
- Sujetar la base del sistema y girar la boquilla en el sentido que indica la flecha grabada en la carcasa.
- Sacar la cápsula del "blister" y depositarla en el compartimento de la base del inhalador.
- Girar la boquilla en el sentido contrario al anterior, cerrar el inhalador.
- Apretar firmemente los botones azules, manteniendo el inhalador en posición vertical; con ello se consigue perforar la cápsula y liberar el fármaco, que así está listo para ser inhalado.
- Soltar los botones.
- Espirar profundamente todo el aire de los pulmones.
- Introducir la boquilla entre los dientes y cerrar los labios alrededor, sin taponar la salida del sistema con la lengua.
- Inspirar rápida e intensamente hasta vaciar totalmente el pulmón y el polvo contenido en la cápsula.
- Finalmente, abrir el inhalador, tirar la cápsula vacía y guardar el dispositivo en un lugar seco.



Fig 6: Sistema inhalador de polvo seco monodosis

Inhaladores de polvo multidosis

Son los más utilizados y novedosos. Almacenan el fármaco en una cámara. En general su rendimiento puede estar influido por la humedad ambiente que al aglomerar las partículas pueden reducir significativamente la cantidad inhalada. Por ello es importante que se almacenen en un ambiente seco y mantenerlo bien cerrado entre las inhalaciones. La dosis de aerosol es aportada al paciente por su propia inhalación.

En estos momentos existen los siguientes sistemas: Accuhaler, Turbuhaler, Easyhaler, Novolizer, Twisthaler, Clikhaler.

Accuhaler

El sistema accuhaler es el resultado de la evolución del antiguo sistema diskhaler. Contiene 60 dosis de la sustancia activa. Las diferentes dosis están cubiertas y acopladas a una tira autoenrollable y están protegidas individualmente en un "blister" de aluminio termosellado.

El funcionamiento del dispositivo es relativamente sencillo. Cada vez que se acciona la pestaña que carga el sistema, un óvulo se desplaza hacia la zona de inhalación y, al mismo tiempo, es agujereado, lo que deja al fármaco preparado para que sea inhalado. El accuhaler lleva un contador de dosis, que va cayendo a medida que se consume el medicamento, lo que permite saber al paciente el número de dosis que aún le quedan. Además, los últimos cinco números aparecen en rojo, para recordarle que debe adquirir un nuevo inhalador.

Para que la inhalación pueda percibirse sin dificultad, el fármaco lleva mezclado un excipiente de lactosa. Las sustancias comercializadas con este dispositivo son la fluticasona, el salmeterol y las combinaciones salmeterol/fluticasona

Para utilizar de forma correcta el sistema accuhaler deben seguirse, sucesivamente, los pasos siguientes (Fig. 7):

- Abrir el dispositivo, coger con una mano la carcasa externa y colocar el dedo pulgar de la otra mano en el hueco reservado para ello.
- Empujar con el dedo desplazando la carcasa externa hasta llegar al tope.
- Deslizar la palanca o pestaña (que entonces se hace visible) hasta alcanzar el tope inferior, momento en el que se oye un "clic", que indica que el dispositivo está listo para iniciar la inhalación.
- Realizar una espiración profunda con el dispositivo aún no ubicado en la boca.
- Colocar la boquilla en los labios, frunciéndolos a su alrededor.



Fig. 7: Sistema Accuhaler

- Inspirar intensamente por la boca, con los labios situados en la boquilla del dispositivo.
- Retirar el dispositivo de la boca.
- Mantener la respiración durante unos 10 segundos y luego espirar lentamente.
- Cerrar el dispositivo, para lo cual debe ponerse el dedo pulgar en el hueco reservado para ello y deslizar la carcasa en sentido contrario al inicial; al cerrar se escucha un golpe seco, que indica que la pestaña ha vuelto, de forma automática, a su posición original.

Turbuhaler

El sistema turbuhaler contiene 100 ó 200 dosis del medicamento micronizado en un depósito. El dispositivo está constituido por un disco giratorio dosificador que, al accionarse, libera y deposita la dosis del fármaco que va a inhalarse. Al inspirar, las partículas del medicamento adquieren una gran velocidad, por las turbulencias que se crean al pasar el aire por unos conductos helicoidales hechos al efecto y que son los que dan nombre al inhalador.

El dispositivo lleva una pequeña ventana en la que aparece un color rojo cuando sólo quedan 20 dosis del producto. Se advierte así del vaciamiento del dispositivo. En los diseños más recientes se ha incorporado un contador con cifras, que indican las dosis restantes.

El fármaco, al no contener ningún aditivo, no se percibe prácticamente nada cuando es inhalado. También este dispositivo es muy sensible a la humedad, ya que, al estar todo el medicamento en un único depósito, es fácil que se apelmace. Otros inconvenientes son que el tamaño de las partículas varía en relación con el flujo inspiratorio que se utilice y el que se requiere un flujo algo mayor que el de otros sistemas para conseguir que la inhalación sea adecuada.

Los fármacos disponibles para ser administrados con este dispositivo son la terbutalina, la budesonida y el formoterol y las combinaciones formoterol- budesonida.

Para utilizar de forma correcta el sistema turbuhaler deben seguirse, sucesivamente, los pasos siguientes (Fig. 8):

- Desenroscar y quitar la caperuza blanca que cubre al inhalador.
- Sostener el inhalador en posición vertical.
- Girar la base de color (marrón, azul, verde, granate, según los casos) en el sentido contrario a las agujas del reloj hasta llegar a un tope, y luego volver en sentido contrario (horario) hasta oír un "clic".
- Realizar una espiración profunda, con el dispositivo fuera de la boca.
- Colocar la parte superior del inhalador (boquilla) entre los dientes y cerrar los labios sobre ella.
- Inspirar profundamente a través del dispositivo.
- Retirar el dispositivo de la boca.
- Mantener la respiración durante unos 10 segundos y luego espirar lentamente.



Fig.8: Sistema Turbuhaler

Easyhaler

El sistema "easyhaler" contiene 200 dosis del fármaco. Su diseño y su funcionamiento son similares a los de los clásicos inhaladores presurizados, lo que facilita al paciente el aprendizaje de este sistema, pero sin que sea necesaria la coordinación ni el empleo de cámaras espaciadoras.

Al apretar el pulsador, la dosis exacta se coloca en el canal de salida. Un "clic" indica al paciente que la dosis se ha cargado y que está dispuesta. Si el enfermo, por error, apretara de nuevo el pulsador, la dosis extra se eliminaría, pasando a un compartimento separado, evitándose así problemas de sobredosificación.

La pieza bucal tiene un canal estrecho y alargado. Gracias a su diseño ergonómico se consigue que su adaptación a los labios y a la boca del enfermo sea muy buena. Se evita así que la lengua se sitúe delante del canal de salida, obstruyéndolo, con el consiguiente máximo aprovechamiento de la fuerza inspiratoria del paciente. Se facilita, asimismo, que se generen partículas de pequeño tamaño, y que lleguen de forma adecuada a las vías respiratorias inferiores. Cada dosis lleva una pequeña cantidad de lactosa, que ayuda al paciente a reconocer que ha

tomado la medicación. El dispositivo incorpora, además, un contador, lo que permite conocer las dosis restantes.

En España sólo la beclometasona, por el momento, puede ser administrada con este sistema, aunque en otros países también está disponible el salbutamol

Para utilizar de forma correcta el sistema easyhaler deben seguirse, sucesivamente, los pasos siguientes (Fig.9):

- Retirar la tapa protectora del dispositivo.
- Agitar, a continuación, ligeramente el inhalador.
- Presionar el pulsador, con lo que se oirá un "clic", q confirma que la dosis está cargada.
- Espirar todo el aire contenido en los pulmones, con inhalador alejado de la boca.
- Colocar la boquilla del dispositivo en la boca e inspir rápida y profundamente.
- Mantener la respiración durante unos 10 segundos luego espirar lentamente.
- Tapar el inhalador y guardarlo en un lugar seco.



Fig. 9: Sistema Easyhaler

Novolizer

Es el inhalador en polvo más novedoso. Aprobado para el uso de corticoides (budesonida) y β_2 - agonistas (salbutamol). Libera unas 200 dosis fijas de fármaco contenido en un cartucho extraíble.

El fármaco se almacena en una cámara hermética por lo que se influye menos por el efecto de la humedad y cambios de temperatura y permite un funcionamiento higiénico en el uso cotidiano.

Cuando se presiona el botón situado en la parte alta del dispositivo, una dosis es liberada al canal de inhalación. Un indicador verde en la ventana confirma que la dosis es liberada.

Es un dispositivo de baja resistencia, por lo que el usuario necesita generar un pico flujo de 35- 50 l/min, lo que hace que pueda ser utilizado por pacientes con obstrucción severa al flujo aéreo y en niños mayores de 6 años.

El tamaño de las partículas es independiente del flujo. En la pieza bucal tiene una especie de hélice que ayuda a liberarse las partículas de fármaco de las partículas transportadoras (lactosa), con una óptima cualidad del aerosol, lo que permite más depósito en el pulmón y menos en la orofaringe¹². Una vez que el pico flujo es superado, la dosis completa es inhalada y un mecanismo de feedback visual, acústico y de sabor (el cambio en el color del indicador de la ventana, un clic y el sabor de la lactosa que es la molécula transportadora) confirma que la inhalación correcta se ha realizado.

Hay un mecanismo adicional de bloqueo que previene la administración accidental de dosis múltiples, la sobredosificación.

Novolizer también tiene un contador de dosis, que solo cambia después de que se ha hecho la correcta inhalación siguiente a la dosis liberada al canal de inhalación, lo que confirma la administración correcta al paciente y a los cuidadores

Para utilizar de forma correcta el sistema Novolizer deben seguirse, sucesivamente, los pasos siguientes (Fig. 10):

- Mantener el dispositivo en posición horizontal. Retirar el tapón protector
- Presionar por completo el botón interruptor rojo. Se oirá un sonoro doble clic y el color de la ventana de control cambiará de rojo a verde. Soltar el botón rojo.
- Realizar una espiración
- Colocar los labios alrededor de la boquilla
- Realizar una inspiración profunda. Se deberá oír un sonoro clic. Además se producirá un cambio de color en la ventana de verde a rojo, lo que nos indicará que la inhalación ha sido correcta.
- Mantener la respiración durante unos 10 segundos y luego espirar lentamente
- Tapar el inhalador y guardarlo en un lugar seco

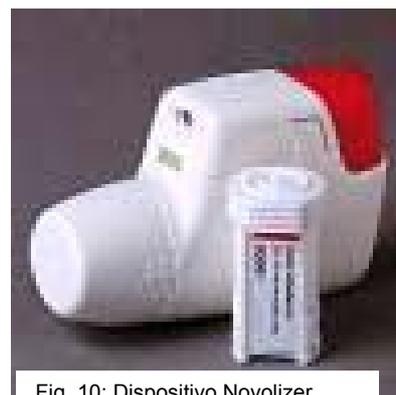


Fig. 10: Dispositivo Novolizer

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

Para el correcto mantenimiento de estos dispositivos, es importante guardar el inhalador en lugar seco con la finalidad de protegerlo de la humedad. Conviene vigilar el indicador de dosis para conocer el nivel existente de medicamento.

En el sistema Turbuhaler cuando aparece una marca roja en el indicador aún se dispone de 20 dosis en el inhalador; cuando dicha marca roja se coloca en la parte inferior del indicador, el inhalador está vacío. En el sistema Accuhaler una ventanita nos indica las dosis de que se dispone. El dispositivo Novolizer dispone de una ventana en la parte superior que indica el número de inhalaciones que quedan.

La limpieza del dispositivo de polvo seco nunca debe realizarse con agua; la manera correcta de hacerlo es frotar con un paño sin pelusa o papel seco alrededor de la boquilla después de su utilización, posteriormente cerrar el inhalador y guardar en lugar seco.

NEBULIZADORES

Son aparatos que generan partículas de aerosol de diferentes tamaños a partir de una solución acuosa, rompiendo la tensión superficial del líquido y creando una nube gaseosa en la que va el medicamento activo.

Los nebulizadores pueden emplearse con el objetivo de suministrar humedad al árbol bronquial o de llevar un fármaco al tracto respiratorio inferior o a los alvéolos pulmonares. La sustancia administrada va dispersa en pequeñas microgotas, cuyo tamaño es inferior a 4 micras y que se introducen lentamente en las zonas más distales de la vía aérea. El gas puede ser aire u oxígeno. Cuando el gas penetra en el depósito líquido en el que se encuentra el fármaco se

produce su fraccionamiento parcial, originándose pequeñas partículas que ascienden por un tubo capilar hasta la boquilla del paciente.

El disolvente utilizado para preparar la sustancia a nebulizar puede ser suero salino o agua bidestilada estéril.

VENTAJAS

Las ventajas de los nebulizadores, cuando se emplean para administrar un fármaco por vía inhalatoria, son las siguientes:

- Son sistemas efectivos con independencia de que el enfermo colabore o no, es decir, no existen aquí los problemas derivados de la necesidad de coordinar la aplicación del medicamento y la maniobra inspiratoria.
- Son dispositivos fáciles de usar.
- El efecto terapéutico que se consigue es rápido.
- La nebulización consigue, adicionalmente, humidificar la vía aérea.
- El procedimiento puede aplicarse a enfermos sujetos a una ventilación mecánica, siempre que se utilice un nebulizador neumático de pequeño volumen.

INCONVENIENTES

Por el contrario, los inconvenientes de los nebulizadores son los siguientes:

- Son sistemas aparatosos y difíciles de movilizar.
- Para que funcionen adecuadamente se requiere una fuente constante de gas (un compresor de aire o de oxígeno).
- Hay cierto riesgo de que el dispositivo favorezca el crecimiento bacteriano.
- Una cantidad importante de microgotas impacta en la faringe y la laringe, por lo que parte del fármaco no es útil desde un punto de vista terapéutico.

Nebulizadores tipo "jet" o "a chorro"

En estos dispositivos el gas que nebuliza la solución en la que está disuelto el fármaco puede ser proporcionado por un compresor eléctrico o por un compresor de gas (oxígeno o aire).

El dispositivo está compuesto por un reservorio, en el que se deposita el líquido a nebulizar, un orificio de entrada del gas y un tubo capilar por el que asciende el líquido una vez que ha sido nebulizado. Cuando la solución medicamentosa almacenada en el depósito choca con el chorro del gas, que se introduce a gran velocidad, se desmenuza en pequeñas gotas, que así pueden penetrar en la vía aérea.

En atención a la magnitud del flujo que genera el compresor los nebulizadores se dividen en convencionales o de bajo flujo y de alto flujo. En los primeros el flujo es inferior a 6 l/minuto. Cuando se emplean estos sistemas el tiempo de nebulización suele ser largo, ya que el nebulizado se genera más lentamente. En todo caso, no debería superar los 20 minutos. En los segundos el flujo es superior a 6,5 l/minuto y con ellos la nebulización es más rápida. Son apropiados cuando se requieren tratamientos prolongados y se administran mezclas de medicamentos.

Nebulizadores ultrasónicos

En estos dispositivos las partículas se producen por un transductor de cristal piezoeléctrico que produce vibraciones de alta frecuencia que fraccionan la solución medicamentosa, originando una nube de partículas. Proporcionan un 100% de humedad y el 90% de las partículas generadas alcanza las vías aéreas inferiores.

El procedimiento general que debe seguirse para administrar fármacos por vía inhalatoria mediante un nebulizador es el siguiente:

- La persona encargada de llevar a cabo la técnica y de elaborar la solución medicamentosa debe proceder, como primera medida, a lavarse meticulosamente las manos.
- El fármaco debe prepararse en forma líquida, diluido en 4 a 5 ml de disolvente o en 10 a 20 ml si va a usarse un nebulizador ultrasónico.
- Debe informarse al paciente de la técnica que va a realizarse.
- El enfermo debe estar en posición sentada o semiincorporada.
- A continuación, debe conectarse el depósito con la sustancia a nebulizar, manteniéndolo en posición vertical con la fuente de aire (1 a 2 atmósferas).
- Puede ser necesario, en algunos casos, controlar las constantes vitales.
- Debe vigilarse especial y constantemente si la tolerancia al fármaco es la esperada y si aparecen o no efectos colaterales (temblor, taquicardia, etc.).
- La mascarilla nebulizadora debe retirarse al finalizar la administración del fármaco.
- Es muy recomendable limpiarse y enjuagarse la boca una vez ha finalizado la nebulización.

BIBLIOGRAFÍA

Olschewski H, Simonneau G, Galie N, et al. Inhaled iloprost for sever pulmonary hypertension. N Engl J Med 2002; 347: 322

Carrión Valero F, Maya Martínez M, Fontana Sanchis I, Díaz López J, Marín Pardo J. Técnica de inhalación en los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Arch Bronconeumol 2000; 36: 236-240

Nacional Heart Lung and Blood Institute / World Health Organisation. Global strategy for asthma management and prevention: A NHLBI/ WHO workshop report: National Institutes of Health. NIH Publication No 02- 3659 (revised 2002)

Crompton GK. Problems patients have using pressurised aerosol inhalers. Eur J Respir Dis 1982; supl. 119: 101-4

Cimas JE, González I, del Castillo F. Validación de listas de comprobación de la técnica de inhalación para cartucho presurizado y Turbuhaler. Arch de Bronconeumol 1999; 35: 15- 19.

Terzano C, Colombo P. State of the art and new perspectives on dry powder inhalers. Eur Rev Med Pharmacol Sci 1999; 3: 247-254

Giner Donaire J, Basualdo Martín LV, Casan Clará P, Hernández Carcereny C, Macián Gisbert V, Martínez Sanz I, Mengíbar Bellón A. Utilización de fármacos inhalados. Arch Bronconeumol 2000; 36: 34- 43.



NORMAS DE PUBLICACIÓN

- **Objetivo:** difundir conocimientos sobre calidad asistencial (metodología, objetivos de calidad, plan de calidad) que ayuden a mejorar la formación de todas aquellas personas implicadas en la mejora continua de la calidad.

- **Tema:** cualquier tema relacionado con calidad asistencial (objetivos de calidad, investigación, metodología, legislación, revisiones de temas concretos, revisiones bibliográficas, trabajos de investigación etc.).

- **Formato:** NuevoHospital se publicará en formato digital (disponible en la web) y en papel (trimestralmente). Todos los trabajos serán publicados en el formato digital.

- Estructura de los trabajos:

- Título

- Autor/es

- Área - servicio ó unidad

- Función o cargo que desempeña/n

- RESUMEN

- Introducción (motivación, justificación, objetivos)

- Texto: según el tema que se trate

- en trabajos de investigación: material y métodos, resultados, comentarios-discusión
- en artículos de revisión bibliográfica: desarrollo del tema, comentarios-discusión

- Conclusiones

- Bibliografía

- Formato de los trabajos:

- presentación **en MS-Word** (en disquette ó por correo electrónico)

- tipo y tamaño de letra: **Arial de 10 puntos**

- **tamaño de papel A4** (en el caso de ser enviados por correo ordinario, se ha de acompañar el disquette con una copia en papel)

- pueden incluirse tablas o dibujos (blanco y negro)

- en la versión digital podrán incluirse fotografías y gráficos en color

- **los trabajos han de tener el formato definitivo para ser publicados**

- Modo de envío de los trabajos:

- por **correo ordinario:** Hospital Virgen de la Concha. Unidad de Calidad. Avda. Requejo Nº 35. 49022 Zamora
- **depositándolos directamente** en la Unidad de Investigación ó en la Unidad de Calidad (indicar en el sobre que es para publicar en la revista del Hospital)
- por **correo electrónico:** ucalid@hvcn.sacyl.es (disponible en la web: www.calidadzamora.com)



HOSPITAL VIRGEN DE LA CONCHA