

Inhaloterapia en el manejo de las enfermedades respiratorias

Olga Cecilia Vargas Pinilla
Jaime Martínez Santa

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Documentos de investigación núm. 21 / Junio de 2014
ISSN: 2145-4744



Universidad del Rosario

Documento de investigación núm. 21

ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

INHALOTERAPIA EN EL MANEJO DE
LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

*Olga Cecilia Vargas Pinilla
Jaime Martínez Santa*



Universidad del Rosario
Escuela de Medicina
y Ciencias de la Salud

Inhaloterapia en el manejo de las enfermedades respiratorias / Olga Cecilia Vargas Pinilla, Jaime Martínez Santa.—
Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, 2014.
30 páginas. – (Colección Documentos de Investigación, No.21)

ISSN: 2145-4744

Neumología / Enfermedades respiratorias – tratamiento / Pulmones – Enfermedades – Tratamiento / Aparato
respiratorio – Enfermedades – Tratamiento / Inhaloterapia / I. Título / II. Serie.

615.836 SCDD 20

Catalogación en la fuente – Universidad del Rosario. Biblioteca

amv

Junio 11 de 2014

Editorial Universidad del Rosario
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud
Olga Cecilia Vargas Pinilla
Jaime Martínez Santa

Todos los derechos reservados
Primera edición: junio de 2014
ISSN: 2145-4744
Diseño y Diagramación: Fredy Johan Espitia Ballesteros
Corrección de estilo:

Hecho en Colombia
Made in Colombia

Para citar esta publicación: Doc. Inv. Esc. Med. Cs. Salud.

Contenido

1. Introducción	6
2. Enfermedad respiratoria crónica	7
3. Manejo médico	10
4. Aerosolterapia	12
5. Factores que influyen en el depósito de fármacos en la vía aérea	19
6. Implicaciones de la técnica incorrecta	20
7. Papel del personal de salud	21
8. La educación como estrategia para mejorar la efectividad	22
9. Conclusiones	23
10. Bibliografía.....	25

Inhaloterapia en el manejo de las enfermedades respiratorias

*Olga Cecilia Vargas Pinilla**

*Jaime Martínez Santa***

Resumen

En la actualidad, las enfermedades respiratorias crónicas tienen un peso importante en la morbilidad y mortalidad en el mundo y se prevé que irá en aumento debido a que estas se asocian principalmente con el tabaquismo, la exposición ocupacional y la contaminación ambiental. El tratamiento se fundamenta en el uso de medicamentos por vía inhalada, ya que presenta grandes ventajas frente a las otras vías de administración al llegar directamente al órgano diana, por lo que se requiere menos dosis, su respuesta es más rápida y hay menos efectos adversos. Existen diferentes sistemas para la aplicación de aerosolterapia, entre los que se encuentran los nebulizadores, los inhaladores de dosis medida y los inhaladores de polvo seco, cada uno con ventajas y desventajas que hacen que se requiera conocer la forma específica cómo funcionan y así escoger el más apropiado para las necesidades del paciente. Se presentan errores en el uso de estos dispositivos especialmente relacionados con la coordinación y el esfuerzo inspiratorio, por lo que una estrategia para mejorar la eficacia en el manejo de los inhaladores de dosis medida es el uso de espaciadores e inhalocámaras. El conocimiento por parte del personal de salud parece no ser adecuado y las estrategias que se utilizan para educar y retroalimentar al paciente no son suficientes, por lo que se presentan sobrecostos en el manejo de estas enfermedades, así como un mayor compromiso del paciente debido a la sintomatología y las exacerbaciones.

* Profesor Programa de Fisioterapia, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. E-mail: olga.vargas@urosario.edu.co

** Profesor Programa de Fisioterapia, Universidad del Rosario.

Es por esto que se hace indispensable conocer acerca de la inhaloterapia para establecer la forma más acertada de orientar al paciente en su utilización, de manera que se sienta cómodo y satisfecho con los efectos del tratamiento.

Palabras clave:

EPOC, asma, inhaladores, aerosolterapia, enfermedad respiratoria.

1. Introducción

El presente documento de investigación se enmarca dentro del proyecto de investigación titulado “Técnica para el uso de inhaladores de dosis medida en el ámbito hospitalario” desarrollado dentro de la línea de Investigación Clínica en Rehabilitación del Grupo de Ciencias de la Rehabilitación de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario. Con este se hace una revisión acerca del uso de los inhaladores en el manejo de pacientes con enfermedad respiratoria crónica, dirigido a profesionales y estudiantes del área de la salud, como fisioterapeutas, médicos, enfermeras y terapeutas respiratorios.

La enfermedad respiratoria crónica es una patología que aumenta año tras año, generando discapacidad y restringiendo a las personas en su participación activa en la sociedad. Para el manejo terapéutico de los pacientes con esta enfermedad el uso de los inhaladores es una estrategia de gran importancia, ya que la inhaloterapia presenta grandes ventajas frente a otras formas de administrar medicamentos para enfermedades respiratorias al llegar de forma directa al órgano diana, por lo que se presentan menos efectos adversos, se requiere menor dosis y el inicio de la acción esperada es más rápido.

A pesar de estas ventajas, existen problemas en la manera de utilizar los inhaladores, tanto por parte de los pacientes como por los profesionales del área, lo que incide en el estado de salud y la utilización eficiente de los servicios de salud. El uso adecuado de estos dispositivos se puede favorecer de diferentes maneras y esto genera un impacto positivo en la calidad de vida de los pacientes y en los costos para el sistema hospitalario.

Por medio de este texto se revisará la incidencia y el manejo de la enfermedad respiratoria, las características de los inhaladores, los aspectos técnicos para su adecuada utilización, los principales problemas que se presentan en su uso y las actividades que se pueden realizar para mejorar la eficiencia en el manejo de estos.

2. Enfermedad respiratoria crónica

A medida que las enfermedades infecciosas disminuyen y la expectativa de vida aumenta en la población mundial, el crecimiento de las enfermedades como cáncer, diabetes, hipertensión, enfermedad cerebrovascular y respiratoria crónica se hace más evidente. Se estima que en 2005 las enfermedades crónicas fueron responsables de la muerte de 35 millones de personas, del total de 58 millones de muertes en total, con lo que se duplica la muerte por enfermedades crónicas a las transmisibles como el VIH/sida, tuberculosis y malaria y las relacionadas con el embarazo, el parto y las deficiencias nutricionales. El 80% de estas muertes ocurre en los países de bajo y mediano ingreso y son las personas pobres las que tienen un mayor riesgo de desarrollar prematuramente este tipo de enfermedades y de morir a causa de estas(1).

La enfermedad respiratoria crónica se define como toda condición que afecte las vías aéreas, o cualquier otra estructura del pulmón, de manera permanente. Las más frecuentes son el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), alergias, enfermedades ocupacionales, apnea del sueño e hipertensión pulmonar. Estas patologías tienen un impacto negativo en la calidad de vida, aumento de la discapacidad y de las muertes prematuras, así como efectos económicos en la familia, la comunidad y la sociedad en general(2-4).

Las personas de bajos ingresos son las que tienen mayor riesgo de desarrollar enfermedad respiratoria crónica porque están más expuestas a factores de riesgo como la polución ambiental, el uso de combustibles, biomasa sólida y la polución dentro del hogar; además porque cuentan con un menor acceso a los servicios de salud. De otra parte, las estrategias de promoción y prevención de la salud no son suficientes o no existen, al igual que los datos de incidencia y de factores de riesgo(5).

Dentro de las enfermedades respiratorias crónicas la EPOC es la enfermedad respiratoria con mayor incidencia. Es definida por la Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) como un proceso patológico que se puede prevenir y tratar, el cual se caracteriza por la limitación del flujo aéreo que no es completamente reversible, asociado a una respuesta inflamatoria pulmonar anormal a partículas o gases nocivos, que por lo general es progresiva y lleva a compromiso extrapulmonar y comorbilidades. Los principales síntomas son la disnea progresiva, persistente, que empeora con el tiempo y se aumenta principalmente con el ejercicio; es descrita por los pacientes como incremento del esfuerzo para respirar, la tos crónica, que puede ser intermitente y no

necesariamente productiva en las fases no terminales, y, finalmente, la producción crónica de esputo(6).

En el desarrollo de la enfermedad juegan un papel muy importante los factores de riesgo a los cuales la población está expuesta. Dentro de ellos se incluye el humo de tabaco, los polvos y productos químicos, la contaminación ambiental, las alteraciones en el crecimiento y desarrollo pulmonar durante la gestación, las infecciones respiratorias frecuentes durante la infancia, la presencia previa de tuberculosis, procesos de estrés oxidativo, la predisposición genética, el género, la edad, el estado socioeconómico y la mala nutrición, entre otras(7).

Debido a que el tabaquismo va en aumento y es el principal factor de riesgo para su desarrollo, se establece que esta enfermedad es la cuarta causa de muerte en el mundo según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y se prevé que será la tercera para el año 2020, convirtiéndose en la causa de muerte de más rápido crecimiento en los países desarrollados. Además, se considera que la mortalidad femenina ha crecido el doble en los últimos 20 años(8).

La OMS calcula que para el año 2020 la EPOC será la quinta causa de años de vida perdidos y con discapacidad. De otra parte, la EPOC es la cuarta causa de muerte en Estados Unidos y se estima que allí la prevalencia de esta enfermedad entre personas de 25 a 75 años es del 6,9% para el grado leve ($FEV_1/FVC < 70\%$ y $FEV_1 \geq 80\%$ del predicho) y el 6,6% para el moderado ($FEV_1/FVC < 70\%$ y $FEV_1 \leq 80\%$ del predicho). Sin embargo, debido a que el diagnóstico se realiza en la mayoría de los casos cuando la enfermedad es clínicamente evidente y se encuentra en un grado moderado, se cree que esta cifra puede ser mayor(9).

En Europa se constituye como la cuarta causa de muerte y en España es la quinta causa en hombres y la séptima en mujeres, con una prevalencia del 9,1% en adultos, de los cuales 14,3% son hombres y 3,9%, mujeres, con lo que se sitúa en un rango intermedio en la Unión Europea(10).

En América Latina los datos epidemiológicos son escasos. El estudio multicéntrico conocido como PLATINO (Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar) fue dirigido a medir la prevalencia de esta enfermedad en cinco ciudades latinoamericanas como son San Pablo (Brasil), 15,8%; México DF (México), 7,8%; Montevideo (Uruguay), 19,7%; Santiago (Chile), 16,9%, y Caracas (Venezuela), 12,1%. Según este estudio la prevalencia es más elevada en los varones, en las personas de mayor edad y en aquellas con un nivel educativo más bajo, menor índice de masa corporal y mayor exposición al humo del cigarrillo(11).

En Colombia se sabe que la EPOC genera un impacto importante en los índices de morbilidad aunque no se cuenta con datos recientes. Las enfermedades crónicas de las vías aéreas inferiores ocuparon el 4° puesto dentro de las diez primeras causas de mortalidad del año 2001, siendo la de mayor incidencia y representatividad sin lugar a dudas la EPOC, que se presenta principalmente en hombres de la tercera edad y habitantes de zonas urbanas(12). El estudio PREPOCOL (prevalencia de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en Colombia) encontró que la prevalencia de esta enfermedad en nuestro país es de un 8,9%, mayor en hombres (13,6%) que en mujeres (6,6%) y en mayores de 60 años con bajo nivel educativo. Además, el estudio estableció que el cigarrillo es el principal factor causal, seguido por la exposición al humo de leña tanto para hombres como para mujeres(13).

En cuanto al asma, es una enfermedad respiratoria crónica que afecta a miles de personas de diferentes edades en todo el mundo, ocasionando síntomas severos que en algunos casos pueden llevar a la muerte. La GINA (Global Initiative for Asthma) define esta enfermedad como una alteración crónica de las vías aéreas en la que hay una respuesta celular importante a estímulos nocivos. La respuesta inflamatoria crónica asociada a la hiperreactividad de la vía aérea genera obstrucción al flujo aéreo generalmente reversible y episodios frecuentes de sibilancias, disnea, tos y sensación de opresión en el pecho(14).

Debido a la gran variedad de definiciones acerca de esta enfermedad es difícil hacer una comparación de los diferentes estudios de prevalencia que hay publicados alrededor del mundo, sin embargo, se estima que el asma afecta a 300 millones de personas a nivel mundial y que el rango de prevalencia varía entre el 1 y el 18% en la población de diferentes países. La Organización Mundial de la Salud ha estimado que quince millones de años vida ajustados para incapacidad (DALYs) se han perdido anualmente debido al asma, lo que representa el 1% del total de la carga global por enfermedad(14).

La incidencia del asma es mayor en niños y disminuye con la edad. Estudios que se han centrado en la población adulta han encontrado incidencias de entre 100 y 500 casos nuevos al año por cada 100.000 habitantes y, en cuanto a la incidencia observada en los adultos mayores, se han reportado por debajo de 100 casos anuales por cada 100.000 sujetos, lo que confirma el descenso de la incidencia de asma con la edad. La incidencia del asma bronquial aumentó en los países industrializados debido a un mayor número de casos en las primeras décadas de la vida sin un aumento significativo de los casos en la edad adulta(15).

El aumento en los reportes de la prevalencia del asma se puede relacionar con un mayor conocimiento de la enfermedad por parte del personal médico, favorecido por la publicación de las guías internacionales sobre el asma, lo que ha llevado a un mejor reconocimiento de la sintomatología, oportuno diagnóstico e inicio temprano del tratamiento antiasmático(16).

Los factores que se relacionan con la presencia del asma se pueden dividir en dos: los que favorecen el desarrollo de la enfermedad y que tienen que ver con los factores intrínsecos del huésped o de la persona en sí misma y los que disparan los síntomas, que se corresponden con los agentes ambientales o extrínsecos. Igualmente se ha establecido que la enfermedad está relacionada con la ocupación del paciente en una décima parte de los casos(14).

Los síntomas más significativos del asma son la sensación de disnea y de opresión torácica, sibilancias y tos, los cuales se presentan en episodios variables con periodos de remisión y se asocian con exposición a un alérgeno, presencia de una atopia o historia familiar de la enfermedad. Estos síntomas son precipitados por irritantes inespecíficos como el cigarrillo, el humo, los olores fuertes o el ejercicio y usualmente empeoran en la noche(14).

3. Manejo médico

El tratamiento tanto de la EPOC como del asma incluye diferentes aspectos como son el manejo de factores de riesgo, la farmacoterapia, la educación, el ejercicio físico, la asesoría nutricional y el apoyo psicológico. De acuerdo con la severidad de la enfermedad, el paciente requerirá en mayor o menor medida de una o todas estas estrategias de manejo. Los objetivos del tratamiento son, entre otros, prevenir la progresión de la enfermedad, disminuir los síntomas, mejorar la resistencia al ejercicio, mejorar el estado de salud, así como tratar y prevenir las complicaciones y las exacerbaciones.

La farmacoterapia es uno de los pilares en el manejo de las enfermedades respiratorias como la EPOC y, aunque se ha demostrado que esta no altera la disminución de la función pulmonar, que se da a medida que la enfermedad progresa con el tiempo(17), es básica para disminuir los síntomas y prevenir las exacerbaciones(15).

El uso adecuado de los medicamentos recomendados ayuda a mejorar la tolerancia al ejercicio y el estado de salud, a controlar la sintomatología y a disminuir la frecuencia y la severidad de las exacerbaciones. Los broncodilatadores son el eje central en el tratamiento farmacológico sugerido por la GOLD, preferiblemente en forma de inhaladores de corta y larga duración, así como los glucocorticoesteroides

orales o inhalados y los combinados, que pueden ser con broncodilatadores adrenérgicos y anticolinérgicos, o broncodilatadores con glucocorticoides. También se incluyen los antibióticos, los mucolíticos, las vacunas, los antioxidantes y la administración de oxígeno, entre otros(18).

Las guías recomiendan un manejo escalonado de los medicamentos en el tratamiento de la EPOC, iniciando con broncodilatadores de corta duración y según la necesidad del paciente. A medida que la enfermedad progresa se debe hacer un manejo de mantenimiento que busca prevenir y disminuir las exacerbaciones y, por lo tanto, mejorar la calidad de vida(19).

Por otra parte, el tratamiento del asma está orientado al alivio de la sintomatología y el control de la enfermedad con base en el uso de medicamentos orales e inhalados, educación, reducción de los factores de riesgo y prevención de las exacerbaciones. Los medicamentos controladores son de uso diario y por tiempo prolongado e incluyen glucocorticoides orales e inhalados, agonistas beta de larga duración, teofilina de liberación prolongada y anti IgE. Los medicamentos aliviadores del broncoespasmo se usan durante los episodios e incluyen los beta-agonistas de corta duración y anticolinérgicos inhalados, así como teofilina y beta-agonistas de corta duración en forma oral(20).

El tratamiento farmacológico de las enfermedades respiratorias como el asma y la EPOC con base en medicamentos inhalados es fundamental y se constituye en parte esencial dentro del manejo integral. Sin embargo, en muchas ocasiones el paciente se ve limitado en la adquisición del medicamento bien sea porque el más adecuado para su caso no está contemplado dentro del plan obligatorio de salud o porque no hay existencia del mismo, ya que su cantidad es restringida, o el usuario no dispone de los recursos para adquirirlo. Esta situación lleva a un manejo inadecuado de la enfermedad, ocasionando un mayor número de exacerbaciones, progresión y compromiso de la funcionalidad y la calidad de vida(21).

Por otra parte, el asma y la EPOC representan una elevada carga económica para la sociedad porque generan un consumo importante de recursos en salud, debido a la morbimortalidad asociada y a que son los problemas respiratorios de mayor prevalencia en la actualidad. Además, se prevé que en los próximos años el impacto aumentará como consecuencia del incremento de la esperanza de vida de la población y de la prevalencia, así como por la aparición de nuevos fármacos y modalidades terapéuticas(2,17,21). En este sentido, el tratamiento oportuno, la educación y el manejo integral del paciente se hace indispensable

para alcanzar el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pacientes al tiempo que se optimiza el uso de los recursos disponibles.

Hasta ahora se ha descrito de manera sucinta la incidencia de la EPOC y el asma a nivel mundial, cómo esta afecta los índices de morbimortalidad, la fisiopatología y las pautas generales del tratamiento de estas patologías. A continuación se hará una descripción de los diferentes sistemas para administrar aerosoles, los aspectos técnicos para su aplicación, los problemas más frecuentes en su uso y las estrategias para mejorar su utilización.

4. Aerosolterapia

Los aerosoles son partículas sólidas o líquidas suspendidas en un medio gaseoso, se denomina aerosolterapia cuando estos tienen un fin terapéutico. El uso de aerosoles para el manejo de enfermedades respiratorias presenta ciertas ventajas en comparación con la utilización de la vía sistémica oral o intravenosa que han hecho que esta sea una medida terapéutica ampliamente utilizada en el manejo de estas patologías, al permitir un tratamiento selectivo y directo al pulmón, una elevada concentración del medicamento en la vía aérea con una menor dosis, un rápido inicio terapéutico y la reducción de los efectos adversos(22,23). Los medicamentos inhalados tienen una acción más rápida que la vía oral, porque el medicamento se une directamente con el receptor pulmonar gracias a la atomización que sufren las partículas por medio del dispositivo.

La entrega de fármacos en forma de aerosol a la vía aérea, la distribución y el depósito de estos se ven afectados por diferentes factores. Según el equipo que las esté generando, el tamaño de las partículas puede variar entre 15μ y 1μ , las cuales se van depositando en la vía aérea superior y en las diferentes divisiones del árbol traqueobronquial. Entre 15μ y 10μ se quedan en la nariz y la boca, entre 5μ y 10μ en las seis primeras generaciones, finalmente entre 1μ y 5μ en las últimas cinco a seis generaciones. Otros factores incluyen la anatomía y el estado de la vía aérea ante la presencia de una enfermedad respiratoria: la temperatura y la humedad del medio ambiente, el patrón respiratorio y la velocidad del flujo del gas en la inspiración y, por último, el mecanismo de depósito que puede ser por impactación inercial, sedimentación gravitacional o difusión(24).

Existen diferentes sistemas para la entrega de medicamentos en forma de aerosol: los nebulizadores, los inhaladores de dosis medida y los inhaladores de polvo seco.

Los nebulizadores son sistemas en los cuales se mezcla un solvente, que generalmente es la solución salina, con un medicamento que viene en forma de solución para nebulizar, que al ser operados por una fuente eléctrica, como un compresor de aire, o mecánica, como un flujo de gas que generalmente es oxígeno, produce una niebla de partículas muy finas que pueden ser inhalados por una boquilla o una máscara. Los nebulizadores más conocidos son los tipo jet y los ultrasónicos(25).

Los nebulizadores tipo jet utilizan el principio de Bernoulli y el efecto Venturi, generando una zona de baja presión alrededor del capilar para elevar y convertir la solución en pequeñas partículas del líquido que al ser estrelladas contra un deflector alcanzan el tamaño esperado para poder permanecer suspendidas en el gas y de esta manera ser transportadas por el flujo hacia la vía aérea del paciente(26).

Los nebulizadores ultrasónicos utilizan un cristal piezoeléctrico que al vibrar a alta frecuencia, usualmente entre 1 y 3 MHz, hace que la solución con el medicamento a su vez vibre y se genere una niebla de finas partículas que son suspendidas en el aire para ser transportadas en el flujo de gas que se mueve a través de la cámara(27).

Dentro de las ventajas de los nebulizadores se incluye una dosis mayor sin necesidad de coordinación por parte del paciente o mayor conocimiento acerca de la técnica. Como desventajas se menciona la pérdida de medicamento por la nebulización continua, lo que hace que gran parte del medicamento sea enviado al aire ambiente durante la espiración, además, un mayor tiempo de tratamiento y el volumen de espacio muerto, definido como la cantidad de aire que queda dentro del reservorio al final de la nebulización(26).

4.1. Inhaladores

Los inhaladores son pequeños equipos mecánicos utilizados en aerosolterapia con el fin de entregar una dosis específica del medicamento que se encuentra en forma comprimida dentro del sistema y que puede ser activado de manera manual. Esto permite que el dispositivo sea portátil y que se pueda utilizar en cualquier parte y momento al no requerir de una fuente eléctrica. Se dividen en dos grandes grupos: los cartuchos presurizados, o inhaladores de dosis medida, y los dispositivos de polvo seco.

4.2. Inhaladores de dosis medida (IDM)

Uno de los sistemas más ampliamente utilizado es el inhalador de dosis medida (IDM). Este es un dispositivo de tamaño pequeño que contiene en un envase metálico el medicamento a presión y un gas propelente conocido como cloro-fluorocarbono (CFC); sin embargo, se ha evidenciado que este puede dañar la capa de ozono, por lo que la industria farmacéutica ha introducido un nuevo gas propelente llamado hidrofluoroalcano (HFC), el cual ofrece menos riesgo a la capa de ozono porque no contiene cloro. Otra ventaja de los HFC es que su temperatura es mayor, por lo que el efecto del freón helado de los CFC, que puede llevar al paciente a parar la inspiración, se disminuye(28).

El cilindro metálico se acopla con una cubierta de plástico, de manera que al presionar se activa la válvula dosificadora y el medicamento es liberado dentro de la pieza bucal en una dosis única, predeterminada y micronizada en cada pulsación. El aerosol sale a una velocidad de más de 30 m/s y las partículas iniciales son de un tamaño mayor a $30\mu\text{m}$, pero que van disminuyendo en la medida en que el aerosol se expande y el propelente se evapora. Dentro del *canister* o cilindro metálico, además del medicamento y del gas propelente, también se encuentra una mínima cantidad de aditivos inactivos (surfactantes y agentes protectivos) y solventes que permiten una mayor estabilidad física y la solubilidad del medicamento y los aditivos(29).

El IDM se caracteriza por ser portátil, pequeño, liviano, fácil de llevar, limpiar y conservar. Además, requiere de un flujo bajo y permite entregar múltiples dosis en exacta cantidad y se puede usar de manera rápida, con lo que se convierte en un sistema ideal para el tratamiento de la enfermedad pulmonar como la EPOC y el asma. Sin embargo, hay ciertas desventajas relacionadas principalmente con la técnica de administración, ya que el usuario necesita aprender a coordinar varios movimientos, lo que genera errores en el momento de la aplicación, especialmente en niños y personas mayores(30).

La forma correcta de utilizar el IDM incluye la activación del *canister* lo que libera las partículas del medicamento, simultáneamente se debe hacer una inhalación lenta, con un flujo pico inspiratorio que se recomienda entre 25 y 60 L/min y finalizar con una pausa al final de la inspiración de al menos cinco segundos(31). A continuación se describen los pasos a seguir en la aplicación del IDM según la normativa SEPAR y GINA(32,33).

1. El paciente debe estar incorporado o semi-incorporado para permitir la máxima expansión torácica.
2. Destapar el cartucho y situarlo en posición vertical (en forma de L).
3. Sujetar el cartucho entre los dedos índice y pulgar, con el índice arriba y el pulgar en la parte inferior, y agitarlo durante el menos diez segundos.
4. Efectuar una espiración lenta y profunda.
5. Colocar la boquilla del cartucho totalmente en la boca, cerrándola a su alrededor.
6. Inspirar lentamente por la boca. La lengua debe estar en el suelo de la boca, no interfiriendo la salida del medicamento.
7. Una vez iniciada la inspiración, presionar el cartucho (**una sola vez**) y seguir inspirando lenta y profundamente hasta llenar totalmente los pulmones.
Es **muy importante** que se efectúe la pulsación después de haber iniciado la inspiración.
8. Retirar el cartucho de la boca. Aguantar la respiración durante unos diez segundos.
9. Si debe administrarse más dosis del mismo u otro aerosol, esperar un mínimo de 30 segundos entre cada toma. Repetir el procedimiento desde el paso 3.
10. Tapar el cartucho y guardarlo en un lugar seguro.

Aunque en el momento de realizar la activación del sistema, las recomendaciones hablan de colocar la boquilla del dispositivo en la boca, algunos autores sugieren que el dispositivo debe estar a una distancia de tres o cuatro cm de la boca para disminuir el impacto en la orofaringe y permitir la expansión del medicamento(34-38). Sin embargo, esto es difícil de llevar a la práctica en tanto que requiere de una mayor coordinación por parte del paciente al tener que dirigir el disparo justo hacia la boca para que el medicamento sea inhalado con el esfuerzo inspiratorio.

La innovación tecnológica en los sistemas de inhaladores es una preocupación de los laboratorios. Existe en la actualidad el IDM activado por el esfuerzo inspiratorio del paciente (*autohaler* o *easyhaler*), el cual tiene un mecanismo sensible al flujo que se dispara cuando este alcanza los 30 L/min, lo que disminuye la necesidad de coordinación. Una limitante de este sistema es que la habilidad para producir este flujo depende de la edad del paciente(39).

4.3. Inhaladores de polvo seco (IPS)

Los inhaladores de polvo seco (IPS) son equipos diseñados para entregar una dosis de medicamento a los pulmones por medio del esfuerzo inspiratorio del paciente. El aerosol se genera gracias al paso del aire a través de las finas partículas del medicamento, por esta razón no requieren propelentes ni la coordinación entre la activación manual y la inspiración del paciente.

Los dispositivos de polvo presentan una técnica más sencilla, son ligeros, fáciles de transportar y el usuario conoce siempre la dosis restante. Sin embargo, al ser activados con el esfuerzo inspiratorio del paciente se requieren altos flujos durante la inhalación, que deben alcanzar al menos 40L/min, lo que puede ser un problema para niños pequeños, personas que no siguen instrucciones o con gran compromiso de la función respiratoria como, por ejemplo, en presencia de una obstrucción severa de la vía aérea o broncoespasmo, por lo que los inhaladores de polvo seco no se pueden usar en estos casos. Otras desventajas se relacionan con el impacto de las partículas en la orofaringe, la presencia de una gran humedad en el ambiente y el que el paciente exhale dentro del equipo(27).

Existen diferentes tipos de IPS que incluyen los que dan una única dosis en forma de capsula, que se pone en el momento de usar el dispositivo, y los que tienen un sistema multidosis que el paciente activa en el momento de usarlo. Cada sistema tiene una resistencia diferente que determina el flujo aéreo necesario para activarlo. La creación de un flujo turbulento ocasiona que los granos de polvo se separen incluso de las partículas transportadoras de lactosa hasta alcanzar un tamaño que permita el ingreso del medicamento hasta las vías aéreas más distales(27).

Los factores que pueden disminuir el depósito del medicamento en el pulmón se relacionan con la falta de desagregación de las micropartículas del medicamento que están unidas a las partículas de lactosa y que tienen la función de transportarlas. Esto puede ser ocasionado por el bajo flujo inspiratorio, la humedad aumentada y los cambios de temperatura. Sin embargo, cada día surgen nuevas tecnologías que ayudan al paciente con sistemas de aire comprimido u operados con baterías eléctricas para que este no tenga que generar flujos inspiratorios altos para activar el sistema(40).

Los IPS de sistema unidos funcionan con capsulas que contienen una dosis del medicamento a entregar. La capsula se introduce dentro del aparato que la rompe para ser inhalada por el esfuerzo inspiratorio, que por lo general debe

ser más rápido que en los sistemas multidosis. En el mercado existen varias clases: el spinhaler, el cyclohaler, el aerolizer, el handihaler, el aerohaler, el turbo inhaler y el rotahaler.

Los sistemas multidosis contienen múltiples dosis del fármaco a aplicar. Actualmente existen en el mercado el accuhaler o diskus, el turbuhaler, el easyhaler, el twisthaler y el novolizer.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los sistemas de aerosolterapia

	Nebulizadores	Inhaladores de dosis medida	Inhalador de polvo seco
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No requieren una técnica específica. • No necesitan coordinación. • Entrega grandes dosis. • Útil para niños menores, ancianos o en personas que no pueden seguir órdenes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son portátiles. • Tiene múltiples dosis. • La dosis es conocida. • Fáciles de limpiar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son portátiles. • Se activan con la inspiración. • No requieren coordinación. • No utilizan propelentes.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No son fáciles de llevar por su tamaño. • Gastan más tiempo en la nebulización. • Tienen mayor posibilidad de contaminación. • Se pierde una gran cantidad de medicamento. • Su eficiencia varía dependiendo del modelo y las condiciones de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de una técnica específica. • Se necesita coordinación entre la activación del sistema y la inspiración. • Se produce gran depósito del medicamento en la boca. 	<ul style="list-style-type: none"> • La dosis depende del esfuerzo del paciente. • La humedad puede hacer que el polvo se compacte o que las capsulas se ablanden. • Se puede perder dosis si el paciente espira dentro del sistema. • Son más costosos.

Fuente: Elaboración propia con base en Hess, D., Fink, J. y Scanlan, C.L. y, Blaiss, M.S. y Rachelefsky, G.

4.4. Espaciadores e inhalocámaras

Se han propuesto diferentes estrategias para facilitar la entrega y el depósito de los medicamentos en aerosol de los inhaladores de dosis medida, una de ellas es la utilización del espaciador(41,42). Este es un dispositivo que se acopla al inhalador, facilita la técnica, agrega un espacio entre el IDM y la boca del paciente, disminuye el impacto en la orofaringe, aumenta la entrega del medicamento y no requiere coordinación(43). Además, adiciona un espacio entre el inhalador y la boca

del paciente, esto permite que el aerosol se expanda haciendo que las partículas que inicialmente son de un tamaño mayor se hagan más pequeñas o se impacten en las paredes del espaciador y que el gas propelente se evapore antes de alcanzar la orofaringe.

Los espaciadores disminuyen el depósito del medicamento en la boca pero necesitan coordinación entre el disparo y la inhalación. Hasta hace unos años en los países en vías de desarrollo estos espaciadores se hacían con botellas plásticas de agua o gaseosa o incluso vasos desechables. Diversos estudios realizados donde se compara la efectividad de estos dispositivos caseros con los encontrados en el mercado reportan que aunque los últimos son más efectivos en la cantidad de medicamento entregada, los caseros son una buena alternativa al momento de usar el IDM cuando los espaciadores o inhalocámaras comerciales son de difícil acceso debido a las condiciones socioeconómicas(44,45).

Las inhalocámaras tienen una válvula unidireccional de baja resistencia que favorece que el aerosol permanezca suspendido hasta que la válvula se abra en el momento de la inhalación, permitiendo el paso del medicamento que se encuentra en la cámara hacia la boca y los pulmones del paciente; además, previene que cuando este exhale, el aire espirado ingrese en la cámara y el aerosol sea eliminado. Se pueden usar con máscara cuando no hay colaboración por parte del paciente(46).

Estos dispositivos facilitan la técnica para el paciente, disminuyen el impacto del medicamento en la orofaringe, aumentan la cantidad de medicamento que llega a las vías inferiores y requieren de poca o ninguna coordinación, siendo especialmente útiles para los niños y bebés, así como para ancianos con reducida capacidad pulmonar que tienen problemas de coordinación. Los pasos que se deben tener en cuenta para la utilización del inhalador con el espaciador son similares a los que se siguen para el uso del IDM. Después de destapar y agitar el inhalador en forma vertical por un tiempo mayor a diez segundos, este se debe acoplar con la abertura especialmente diseñada para que el ajuste sea adecuado, luego el paciente hace una inspiración y una espiración, a continuación introduce la boquilla dentro de la boca, activa el inhalador y hace un esfuerzo inspiratorio profundo, sostiene el aire por diez segundos y descansa al menos un minuto antes de hacer otro puff(31-33).

En caso de que se utilice una inhalocámara con máscara, los pasos son iguales, solo que es muy importante que la máscara se ajuste a la cara y que no queden espacios por donde se pierda presión en el momento del esfuerzo inspiratorio del paciente y que este no sea suficiente para abrir la válvula. Después

de activar el IDM se debe mantener la máscara durante diez segundos mientras el paciente continúa respirando dentro del sistema.

Los problemas más frecuentes que se encuentran en el uso del espaciador incluyen el inadecuado acople del inhalador con la abertura del espaciador por la compatibilidad según el fabricante, la dificultad para llevar por su tamaño, la presencia de la carga electrostática en los espaciadores nuevos que disminuye la entrega de medicamento, la demora entre el disparo y la inhalación y el desconocimiento en la forma de usarlo(34).

5. Factores que influyen en el depósito de fármacos en la vía aérea

Los factores que determinan la cantidad de medicamento que se deposita en la vía aérea se pueden clasificar en dos tipos: los que dependen de las características propias del paciente y los que dependen de los equipos generadores de aerosol. En cuanto a los primeros se tiene en cuenta el patrón respiratorio, la estructura de la vía aérea; en los segundos, el tamaño y la densidad de las partículas producidas.

El tamaño de las partículas y su velocidad influyen en la cantidad que se deposita en la vía aérea, debido al mecanismo de impactación por inercia que se da principalmente en las primeras bifurcaciones del árbol traqueobronquial y para partículas con un diámetro de masa media aerodinámica (DMMA) superior a 5μ . En los bronquios más distales y de pequeño diámetro el depósito ocurre por sedimentación gravitacional de manera directamente proporcional al tamaño de la partícula e inversamente proporcional a su velocidad(47).

El flujo inspiratorio del paciente influye en la cantidad y el tipo de partículas depositadas. Un flujo inspiratorio ideal oscila entre 30 y 60 l/min, lo que condiciona una penetración de un gran número de partículas sin que se aumente la impactación en las primeras bifurcaciones(48). En cuanto al volumen inspirado, se debe alentar al paciente para que haga inspiraciones profundas para permitir la entrada de una buena cantidad del producto y un tiempo de apnea al final de la inspiración para favorecer la sedimentación por gravedad.

La carga electrostática presente en las inhalocámaras o espaciadores nuevos puede disminuir la salida de partículas de mayor tamaño. Esto se puede minimizar al activar el inhalador una o dos veces antes de usar la cámara o lavándola con un detergente suave y dejando que se seque al aire. Este último procedimiento puede aumentar la entrega del medicamento hasta en un 300%, lo que es muy importante para el paciente al aumentar la dosis efectiva(48).

Otro aspecto que influye en el adecuado depósito del medicamento en los pulmones es el ajuste de la máscara de la inhalocámara con la cara del paciente. Cuando este sello no se logra en forma total se produce una entrada de aire en el momento del esfuerzo inspiratorio del paciente que hace que se disminuya el flujo aéreo necesario para abrir la válvula de la inhalocámara y permitir el paso del medicamento hacia la vía aérea.

En cuanto a la temperatura del IDM, se sabe que en climas fríos o durante el invierno la cantidad de dosis emitida disminuye. A una temperatura exterior de 0° C la cantidad es 50% menor que a una de 23° C, por lo que se recomienda llevar el inhalador en un bolsillo interno y frotarlo con las manos antes de usarlo. Finalmente, es necesario tener en cuenta que si el IDM no se agita antes de cada activación la entrega del medicamento disminuye hasta una tercera parte(48).

6. Implicaciones de la técnica incorrecta

El éxito de la terapia inhalada depende de la correcta utilización del dispositivo, lo que puede influir de manera significativa en la cantidad de medicamento que finalmente se deposita en la vía aérea inferior. Melanie y cols.(49) reportaron que cerca del 20% de los pacientes presentan errores en el uso del IDM y esto compromete casi totalmente la dosis efectiva. En otro estudio, Molinard y cols.(50) observaron 3.811 pacientes con EPOC o asma, encontrando que el 76% presentaba al menos un error en la utilización del IDM.

Los principales problemas en el uso del IDM son coordinación entre el disparo y la inhalación, incapacidad para hacer una pausa inspiratoria, flujo inspiratorio muy rápido, así como no agitar suficientemente el dispositivo antes de su uso, parar la inhalación en el momento en que el aerosol hace contacto con la orofaringe, activar el inhalador al final de la inspiración, hacer disparos simultáneos en un mismo esfuerzo respiratorio e inhalar por la nariz(51). La presencia de estos errores en el uso del inhalador se relacionan con estado mental cognitivo, problemas emocionales, edad avanzada, insuficiente fuerza en el agarre, bajo nivel educativo, el no estar recibiendo manejo en grupo y, en muchas ocasiones, solo el desconocimiento o la falta de práctica del paciente y del mismo instructor(52,53).

Además del impacto que se presenta en la calidad de vida del paciente por el inadecuado manejo de la enfermedad, que lleva a un aumento de la sintomatología y de las exacerbaciones, se ha descrito el aumento de los costos para los sistemas de salud. Las guías del National Institute of Health en Estados Unidos afirman que una de las estrategias para el auto-manejo del asma es el

uso adecuado de los medicamentos y que esto puede ayudar a reducir costos, ya que los pacientes mejor controlados gastan menos recursos y disminuyen las pérdidas por el mal uso de los inhaladores; se estima que en este país se malgastan de US \$ 7 a 15.7 billones debido a la utilización incorrecta de los inhaladores. También se ha descrito que si solo se utilizara el 73% de los recursos que se consumen para el tratamiento farmacológico de la EPOC este podría ser igualmente efectivo(54).

El éxito de la terapia requiere de una buena adherencia y de un correcto uso de los inhaladores siguiendo los pasos establecidos. Cuando esto no sucede el control de la enfermedad se dificulta haciendo que los síntomas empeoren, aumentando el número de consultas, de visitas al servicio de urgencias y el costo del tratamiento. Finalmente, la adherencia al tratamiento por parte del paciente también se ve comprometida al no encontrar el efecto esperado, haciendo que este se desanime y abandone el tratamiento.

7. Papel del personal de salud

El médico prescribe el sistema de terapia inhalada y muchas veces no enseña el uso adecuado de estos elementos para obtener los resultados deseados y el paciente tampoco es consciente de la importancia de la técnica correcta. Se observa que el personal de la salud presenta una carencia de habilidades para el uso de IDM, por falta quizás de un entrenamiento específico.

Esta situación ha sido descrita en varias oportunidades. Chopra y cols.(55) evaluaron un grupo de médicos, enfermeras, farmacéutas y terapeutas respiratorios, donde encontraron que el error más frecuente era agitar el inhalador y no hacer la espiración antes del esfuerzo inspiratorio en el momento de la activación o disparo. Estos hallazgos son similares en otros estudios, en los cuales se observa que el personal de terapia respiratoria es quien menos errores presenta, destacándose la importancia del entrenamiento de los profesionales, de la habilidad para hacer una demostración y dar instrucciones(56,57).

El entrenamiento del personal de salud es muy importante, el cual debe ser idealmente de manera práctica y supervisado de manera individual. En un estudio realizado a 58 internos de medicina en un hospital encuestados al inicio solo el 5% demostró un uso adecuado del IDM; después de darle instrucciones y entregarles instrucciones por escrito la técnica mejoró en un 13% y, finalmente, después de hacer un entrenamiento individual con cada uno de ellos la técnica fue perfecta en un 73% de ellos(58).

8. La educación como estrategia para mejorar la efectividad

Como se ha establecido hasta ahora, el conocimiento en el uso adecuado de los inhaladores incide de manera importante en el manejo de las enfermedades respiratorias. Es por esto que la educación y el seguimiento constante se convierten en una labor indispensable por parte del personal de salud. Se sabe que muchas veces al paciente se le entrega el medicamento sin darle indicaciones iniciales, por lo que muchos de ellos recurren a la lectura de las instrucciones, lo que por supuesto no es suficiente dada la complejidad que presenta la utilización de estos dispositivos.

En su estudio sobre prácticas educativas en inhaloterapia en Francia, Clavel y cols. mostraron que estas no se realizaban en casi el 20% de los centros evaluados; sin embargo, en el 68% de estos había una persona designada para llevar a cabo esta actividad. El seguimiento de la técnica se realizaba una vez al año o nunca en el 22% de los centros evaluados, con lo que se llega a la conclusión de que el inicio y el seguimiento al uso de inhaladores es deficiente en los centros franceses para el cuidado de la fibrosis quística(59).

Sestini y cols. demostraron que un programa de educación, con seguimiento regular y ejercicios prácticos reduce la incidencia de los errores y aumenta la entrega del medicamento(60). El paciente debe ser consciente de la importancia de la utilización correcta del inhalador para obtener el mayor beneficio en su uso, lo que se logra con seguimiento y retroalimentación por parte del equipo de salud.

Los pacientes necesitan conocer la naturaleza de su enfermedad, qué se espera con el medicamento administrado, beneficios, efectos adversos, dosis, frecuencia, modo de administración, utilización correcta del IDM. En el entrenamiento es necesario enseñar el uso del dispositivo, demostrar, evaluar y reevaluar en cada visita y se deben incluir diferentes actividades como lectura, charlas educativas y talleres prácticos, siendo esta última la estrategia más efectiva(61).

La habilidad para comunicarse es esencial cuando se pretende enseñar. Es necesario usar un lenguaje claro, apropiado para el nivel cultural y cognitivo del paciente, ya que muchas veces este se siente avergonzado de expresar que no entiende la explicación. Además, si está hospitalizado se siente cansado, con temor y deprimido, lo que reduce la posibilidad de aprender.

La educación por parte del personal de la salud acerca del uso de los IDM se ve reflejada en la evolución de cada paciente, ya que se puede llegar a observar la disminución de exacerbaciones y la sintomatología de su patología. Sin embargo, los profesionales piensan que no tienen tiempo suficiente para enseñar

una técnica apropiada a cada paciente. En todos los centros hospitalarios el tiempo es corto para revisar la historia clínica, evaluar al paciente y medicarlo, lo que reduce aún más el tiempo para brindar educación(62).

Estudios como el de Sandrini(37) han encontrado que el 67,7% de los pacientes aprendió a usar el medicamento por inhaladores de dosis medidas correctamente después de una sola sesión de explicación; así mismo, Oliveira halló una incidencia similar en pacientes asmáticos de bajos ingresos en Brasil(63).

Para Haro y cols. la utilización de IDM e IPS se puede mejorar después de un programa de educación que tenga una duración mayor de tres días y un seguimiento periódico, para poder superar las debilidades y los errores encontrados en la evaluación inicial y la carencia educativa de los pacientes(63). Es necesario tener presente que las instrucciones se deben repetir continuamente para mantener el uso correcto de la técnica. Además, se debe entregar material educativo y asegurarse que los cuidadores entienden las instrucciones entregadas.

Aún con un fuerte programa educativo la adherencia al tratamiento tiende a disminuir después de la primera semana, algunas veces debido a la falta de entendimiento o una mala técnica; sin embargo, los pacientes se las arreglan para usar su inhalador. Parece que la pobre adherencia y el uso inadecuado de estos sistemas contribuyen a la falla del tratamiento y a la severidad del asma(64).

De esta manera se destaca cómo la educación al paciente y a su familia es parte fundamental en el desarrollo de un programa de atención integral en enfermedad respiratoria crónica. La educación por medio de estrategias sencillas, con demostraciones prácticas, retroalimentación, seguimiento, la entrega de material educativo y el interés y conocimiento por parte del personal de salud se reflejarán en un mejor control de la enfermedad y, por tanto, en una mejor calidad de vida para los pacientes y un uso más eficiente de los recursos en salud.

9. Conclusiones

Los IDM son una importante herramienta terapéutica para el manejo de las enfermedades respiratorias crónicas, pero se ha determinado que el uso de estos elementos no siempre se realiza de la manera más adecuada por parte de los pacientes, afectando de esta manera su efectividad. En el estudio realizado por estos autores Vargas y cols.(65) se reportan deficiencias en la técnica que se debe seguir para la utilización del IDM, especialmente en los pasos relacionados con botar todo el aire, a continuación inspirar profundamente en el momento de activar el dispositivo y finalmente sostener el aire por al

menos diez segundos. De otra parte también se encontraron errores en el uso del espaciador o inhalocámara por parte de los pacientes y en el componente educativo con referencia al contacto inicial y seguimiento por parte del equipo de salud, lo que evidencia un insuficiente uso de estrategias educativas. En este mismo sentido se encontró que solo a una cuarta parte de los pacientes le vuelven a preguntar cómo usa los IDM, lo que contribuye a un seguimiento y retroalimentación inadecuada, situación que también es reportada por otros autores que refieren un bajo seguimiento por parte del equipo de salud(59,66).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la concepción que el paciente tiene de su enfermedad, de los medicamentos que usa y de los sistemas existentes, ya que muchos de ellos no usan el medicamento a pesar de que saben cómo hacerlo, en parte por las creencias acerca de los efectos en el organismo generadas por el desconocimiento y por las experiencias propias o referidas por otras personas.

El reto para el personal de salud es conocer a fondo estos dispositivos de inhaloterapia para estar en la capacidad de enseñar y hacer que el uso de estos sea importante, fácil y atractivo para el paciente.

10. Bibliografía

1. WHO Global Infobase, "Data for saving lifes". World Health Organization, disponible en: <https://apps.who.int/infobase/>, consultado en enero de 2010.
2. Decramer, M.; Sibille, Y.; Bush, ; Carlsen, K.; Rabe, K.F.; Clancy, L.; Turnbull, A.; Nemery, B.; Simonds, A. y Troosters, T., "The European Union conference on chronic respiratory disease: purpose and conclusions", *European Respiratory Journal*, 37 (4) (2011), pp. 738–742.
3. Kaplan, R.M.; Ries, A.L., "Quality of life: concept and definition", *COPD*, 4 (3) (2007), pp. 263–271.
4. Weldam, S.W.; Schuurmans, M.J.; Liu, R.; Lammers JW, Evaluation of Quality of Life Instruments for use in COPD care and research: a systematic review, *International Journal of Nursing Studies* [Int J Nurs Stud], Vol. 50 (5), pp. 688-707.2013.
5. Bousquet, J.; Khaltaev, N. (eds.), "Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases: a comprehensive approach", World Health Organization, 2007.
6. Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of COPD, "Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2009", disponible en: www.goldcopd.com, consultado en mayo de 2010.
7. García-Navarro, A.A., "Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica", en: Martín-Escribano, P; Ramo, G.; Sanchis, J. (eds.), *Medicina Respiratoria*, 2ª ed., Madrid: Aula Médica, 2006. pp. 733-40.
8. Mannino, D.M.; Homa, D.M.; Akinbami, L.J.; Ford, E.S. y Redd, S.C., "Chronic obstructive pulmonary disease surveillance – United States", 1971–2000. *Respir Care* 2002 Oct; 47(10):1184-99.
9. Hurd, S., "The impact of COPD on lung health worldwide: epidemiology and incidence", *Chest* 2000; 117 (2 suppl): 1s-4s.
10. Masa, J.F.; Sobradillo, V.; Villasante, C.; Jiménez-Ruiz, C.A.; Fernández-Fau, L.; Viejo, J.L. y Miravittles, M., "Costes de la EPOC en España. Estimación a partir de un estudio epidemiológico poblacional", *Arch Bronconeumol* 2004;40:72-9.
11. Menezes, A.M.; Pérez-Padilla, R., Jardim J.R.; Muino, A.; López, M.V.; Valdivia G.; et ál., "Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study", *Lancet*. 2005;366:1875-81.
12. DANE, "Estadísticas vitales", 2001, disponible en: www.asivamosensalud.org/areas/resultados, consultado en enero 2010.

13. Caballero, A.; Torres-Duque, C.; Jaramillo, C.; Bolívar, F.; Sanabria, F.; Osorio, P.; Orduz, C.; Guevara, D. y Maldonado, D., "Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study)", *Chest* 2008; 133; 343-349.
14. GINA, "Global strategy for asthma management and prevention", *GINA*. 2009, disponible en: www.ginasthma.com, consultado en junio de 2010.
15. Casas, X.; Monsó, E.; Orpella, X.; Hervás, R.; González, J.A.; Arellano, E. y cols., "Incidencia y características del asma bronquial de inicio en la edad adulta", *Arch Bronconeumol* 2008;44:471-7.
16. Urrutia, I.; Aguirre, U.; Sunyer, J.; Plana, E.; Muniozguren, N.; Martínez-Moratalla, J. y cols., "Cambios en la prevalencia de asma en la población española del Estudio de Salud Respiratoria de la Comunidad Europea (ECRHS-II)", *Arch Bronconeumol*. 2007;43:425-30.
17. Blais, L.; Forget, A. y Ramachandran, S., "Relative effectiveness of budesonide/formoterol and fluticasone propionate/salmeterol in a 1-year, population-based, matched cohort study of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): Effect on COPD-related exacerbations, emergency department visits and hospitalizations, medication utilization, and treatment adherence", *Clinical Therapeutics*, Vol. 32 (7), pp. 1320-8.2010.
18. Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of COPD, "Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2009", disponible en: www.goldcopd.com, consultado en junio de 2010.
19. De Miguel Díez, J., "Farmacoeconomía en el asma y en la EPOC", *Arch Bronconeumol*, 2005;41:239-41.
20. Rodríguez-Trigo, G.; Plaza, V.; Picado, C. y Sanchos, J., "El tratamiento según la guía de la Global Initiative for Asthma (GINA) reduce la morbi-mortalidad de los pacientes con asma de riesgo vital", *Arch Bronconeumol* 2008;44:192-6.
21. Durán, D. y Vargas, O.C., "El manejo de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: ¿realidad o utopía?", *Cuadernillo de investigación*, Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano, junio de 2006.
22. Melani, A.S., "Inhalatory therapy training: a priority challenge for the physician". *Acta Biomed*, 2007; 78: 233-245.
23. Rajiv, D.; Rau J.L.; Smaldone, G.C.; Gordon, M.; Dolovich, R.; Hess, D. y Anderson, P.; Allergy and immunology physicians/American College of Asthma; American College of Chest Therapy, "Evidence-based guidelines device selection and outcomes of aerosol", *Chest*; 127:335-371.2005.
24. Aristizábal, G., "Inhaloterapia. Piedra angular en el tratamiento de enfermedades respiratorias", *Boehringer Ingelheim*. 2004.

25. Hess, D.; Fisher, D.; Williams, P.; Pooler, S. y Kacmarek, R., "Medication Nebulizer Performance: Effects of Diluent Volume, Nebulizer Flow, and Nebulizer Brand", *Chest*. 1996;110(2):498-505.
26. Hess, D., "Aerosolized Medication Delivery". En: Branson, R.; Hess, D. y Chatburn, R. (eds.), *Respiratory care equipment*, 2ª ed., Lippincott Williams and Wilkins, 1998, pp. 133-156.
27. Fink, J. y Scanlan, C.L., "Aerosol drug therapy". En: Scanlan, C.L.; Wilkins, R.L. y Stroller, J.K. (eds.), *EGAN'S Fundamentals of Respiratory Care*, 7th ed., Mosby, 1999, pp. 683-713.
28. Singh, D.; Tutuncu A.; Lohr, I.; Carlholm, M. y Polanowski, T., "Budesonide administered using chlorofluorocarbon and hydrofluoroalkane pressurized metered-dose inhalers: pharmacokinetics, pharmacodynamics and clinical equivalence", *Int J Clin Pharmacol Ther*, 2007 Sep;45(9):485-95.
29. Branson, R.D.; Hess, D. y Chatburn, R.L., *Respiratory Care Equipment*, 2ª ed., Lippincott, Filadelfia; 1999.
30. Blaiss, M.S. y Rachelefsky, G., "Part II: Inhaler technique and adherence to therapy", *Curr Med Res Opin* 2007; 23-.S13-S20.
31. Broeders, M.; Molema, J.; Hop, W. y Folgering, H., "Inhalation profiles in asthmatics and COPD patients: reproducibility and effect of instruction", *J Aerosol Med* 2003;16(2):131-141.
32. Giner, J.; Basualdo, L.V.; Casan, P.; Hernández, C.; Macián, V.; Martínez I. y Mengibar, A., "Utilización de Fármacos Inhalados", *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 34-43.
33. Gina report, "Global strategy for asthma management and prevention. Updated 2008. Instructions for Inhaler and Spacer Use", disponible en: <http://www.ginasthma.com/GuidelinesResources>, consultado en enero de 2010.
34. Rau, J.L., "Practical problems with aerosol therapy in COPD", *Respir Care* 2006;51(2):158-172.
35. Rodríguez, M.; Celay, E.; Larrea I.; Urdanoz, M.; Zabalegui, A. y Olló, B., "Inhalation techniques in the treatment of asthma", *Annals of the health system of Navarre*, 2003, 26 (Suppl. 2): 139-146.
36. Moraes, M.L.; Meneghini, A.C.; Ferraz, E.; Oliveira, V. y Borges, M.C., "Technique and understanding of the use of inhalers in patients with asthma or COPD", *Brazilian Journal of Pulmonology*, 35 (9) :824-831. 2009.
37. Sandrini, A.; Jacomossi, A.; Farensin, S.; Godoy, A. y Fernandes, J., "Metered-dose inhaler technique learning after explanation given by pulmonologist", *Jornal de Pneumologia*, 27(1) – jan-feb 2001.

38. Pinto, L.; Clement, Y. y Donald, S., "Educational intervention for correct pressurised-metered inhaler technique in Trinidadian patients with asthma", *Patient Education and Counseling* 42 .91-97.2001.
39. Dubakiene, R.; Nargela, R.; Sakalauskas, R.; Vahteristo, M.; Silvasti, M. y Lähelmä, S., "Clinically equivalent bronchodilatation achieved with formoterol delivered via Easyhaler and Aerolizer", *Respiration*, 2006;73(4):441-8.
40. Labiris, N.R. y Dolovich, M.B., "Pulmonary drug delivery. Part II: The role of inhalant delivery devices and drug formulations in therapeutic effectiveness of aerosolized medications", *Br J Clin Pharmacol* 2003 56(6):600-612.
41. Guss, D.; Barash, I. y Castillo, E.M., "Characteristic of spacer device use by patients with Asthma and COPD", *The Journal of Emergency Medicine*, Vol. 35, nº 4, 357-361, 2008.
42. Newman, S.P., "Spacer Devices for Metered Dose Inhalers", *Clinical Pharmacokinetics*, 43 (6): 349-360. 2004.
43. Díaz-López, J.; Cremades-Romero, M.J.; Carrión-Valero, F.; Maya-Martínez, M.; Fontana-Sanchís, I.; Cuevas-Cebrián, E., "Valoración del manejo de los inhaladores por el personal de enfermería en un hospital de referencia", *Anales de Medicina Interna (Madrid)* v.25 n.3. 2008.
44. Vilarinho, L.C.; Cardeal Mendes, C.M. y De Freitas Souza, L.S., "Metered-dose inhalers with home-made spacers versus nebulizers to treat moderate wheezing attacks in children", *J Pediatr* 2003; (5):403-12.
45. Rodriguez, C.; Sossa, M. y Lozano, J.M., "Commercial versus home-made spacers in delivering bronchodilator therapy for acute therapy in children" *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 Apr 16;(2):CD005536.
46. Zar, H.J.; Streun, S.; Levin, M.; Weinberg, E.G. y Swingler, G.H., "Randomised controlled trial of the efficacy of a metered dose inhaler with bottle spacer for bronchodilator treatment in acute lower airway obstruction", *Arch Dis Child* 2007;92:142-146.
47. De Bikuña Landa, B.G., "La administración de especialidades farmacéuticas complejas por vía inhalatoria: actitudes, aptitudes y herramientas", *Pharmaceutical Care España* 2004; 6(4): 181-188.
48. Rubin, B. y Fink, J., "Optimizing aerosol delivery by pressurized metered dose inhalers", *Respir care* 2005;50(9):1191-1197.
49. Melani, A.S.; Zanchetta, D.; Barbato, N.; Sestini, P.; Cinti, C.; Canessa, P.A. et al., "For the Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri Educational Group. Inhalation technique and variables associated with misuse of conventional metered-dose inhalers and newer dry powder inhalers in experienced adults", *Ann Allergy Asthma Immunol* 2004;93:439-46.

50. Molimard, M.; Rahersion, C. y Lignot, S., "Assessment of handling of inhaler devices in real life: an observational study in 3811 patients in primary care", *J Aerosol Med* 2003;16:249-54.
51. McFadden, E.R. Jr., "Improper patient techniques with metered dose inhalers: clinical consequences and solutions to misuse", *J Allergy Clin Immunol* 1995;96(2):278-283.
52. Allen, S.C. y Ragab, S., "Ability to learn inhaler technique in relation to cognitive scores and tests of praxis in old age". *Postgrad Med J* 2002; 78(915):37-39.
53. Hesselink, A.E.; Penninx, B.W.; Wijnhoven, H.A.H.; Kriegsman, D. y Van Eijk J., "Determinants of an incorrect inhalation technique in patients with asthma or COPD", *Scand J Prim Health Care* 2001;19:255-260.
54. Fink, J.B. y Rubin, B.K., "Problems with inhaler use: A call for improved clinician and patient education", *Respir Care* 2005;50:1360-1374.
55. Chopra, N.; Oprescu, N.; Fask, A. y Oppenheimer, J., "Does introduction of new 'easy to use' inhalational devices improve medical personnel's knowledge of their proper use?", *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;88:395-400.
56. Self, T.H.; Arnold, L.B.; Czosnowski, L.M.; Swanson, J.M. y Swanson, H., "Inadequate skill of health care professionals in using asthma inhalation devices", *Journal of Asthma* 2007;44:593-598.
57. Hanania, N.A.; Wittman, R.; Kesten, S. y Chapman, K.R., "Medical personnel's knowledge of and ability to use inhaling devices. Metered-dose inhalers, spacing chambers, and breath-actuated dry powder inhalers", *Chest*. 1994 Jan;105(1):111-6.
58. Lee-Wong, M. y Mayo, P.H., "Results of a programme to improve house staff use of metered dose inhalers and spacers", *Postg Med J* 2003; 79:221-225.
59. Clavel, A.; Deschildre, A.; Ravilly, S.; Simeoni, M.C. y Dubus, J.C., "Educational practice for inhaled treatments in French Cystic Fibrosis Care Centers", *J Aerosol Med*. 2007;20(2).
60. Sestini, P.; Cappiello, V.; Aliani, M.; Martucci, P.; Sena, A.; Vaghi, A.; Canessa, P.A.; Neri, M. y Melani, A.S., on behalf of the Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri (AIPO) Educational Group, "Prescription bias and factors associated to improper use of inhalers", *J Aerosol Med* 2006;19:127-36.
61. Canonica, G.W.; Gaena-Cagnani, C.E.; Blaiss, M.S.; Dahl, R.; Kaliner, M.A. y Valovirta, E.J., "Unmet needs in asthma: Global asthma physician and patient (GAPP) survey: global adult findings", *Allergy* 2007;62:668-674.
62. Accordini, S.; Bugiani, M.; Arossa, W.; Gerzeli, S.; Marinoni, A.; Olivieri, M. et al., "Poor control increases the Economic cost of asthma. A multicentre population-based study", *Int Arch Allergy Immunol* 2006;141:189-198.

63. Haro Estarriol, M.; Lázaro Castañar, C.; Marín-Barnuevo, C.; Andicoberry Martínez, M.J. y Martínez Puerta, M.D., "Utilidad de la enseñanza del manejo del cartucho presurizado y el sistema Turbuhaler® en los pacientes hospitalizados", *Arch Bronconeumol.* 2002;38:306-10.
64. Everad, M.L., "Role of inhaler competence and contrivance in difficult asthma", *Paediatr Respir Rev* 2003;4(2):135-142.
65. Vargas, O.; Martínez, J.; Ibáñez, M.; Pena, C. y Santamaría, M., "The use of metered-dose inhalers in hospital environments", *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2013 Oct;26(5):287-96. doi: 10.1089/jamp.2011.0940. Epub 2013 Mar 4.
66. Oliveira, M.; Bruno, V.; Ballini, S.; Brito, J.R. y Godoy, A. L., "Evaluation of an Educational Program for Asthma Control in Adults", *Journal Asthma* 34(5), 395-403.1997.



Universidad del Rosario