

## Elección del dispositivo para la medicación inhalada en niños (Segunda parte)

(Election of the device for the inhaled medication in children. Second part)

Georgina Eugenia Bazán-Riverón,\* Jorge Iván Rodríguez-Martínez,\*\*  
Maricela Osorio-Guzmán,\* Javier Sandoval-Navarrete\*\*\*

### TIPOS DE INHALADORES

La tecnología para la administración de medicamento por vías aéreas ha sido un gran paso para incidir en los síntomas respiratorios. Durante años, los nebulizadores convencionales fueron los únicos dispositivos de medicación inhalada; a este respecto hay actualmente en el mercado básicamente tres tipos de dispositivos para la medicación inhalada: nebulizadores, inhaladores de polvo seco e inhaladores presurizados de dosis medida.<sup>4,9</sup> Los nebulizadores de disco no se usan en el medio hospitalario y los nebulizadores neumáticos: a) de gran volumen y b) de pequeño volumen, como los micronebulizadores y los nebulizadores ultrasónicos.

Los nebulizadores neumáticos funcionan bajo el principio de Venturi, con una fuente generadora de oxígeno y aire comprimido; en tanto que los ultrasónicos emplean energía ultrasónica que es generada por sistemas centrífugos o placas oscilantes. Estos últimos son más caros y precisan mayor número de aditamentos además requieren electricidad; todos pueden utilizarse con mascarilla, con boquilla o en combinación con ventiladores mecánicos.

En cuanto al funcionamiento de los nebulizadores, éstos consisten en el paso de oxígeno por un pequeño orificio, lo que provoca una brusca caída en la presión y un gran aumento en la velocidad; así las partículas más

grandes fluyen hacia el reservorio para ser renebulizadas y las partículas más pequeñas son inhaladas. El gas comprimido para el funcionamiento de estos dispositivos puede provenir de la presión de cilindros o se puede obtener a través del uso de compresores eléctricos.<sup>9,13</sup>

A pesar de los avances en el desarrollo de estos dispositivos, la nebulización es aún considerada de bajo rendimiento y variabilidad, lo que parecer estar influido por el fabricante del aparato, el volumen de carga (en menor medida), así como el flujo y humedad de la conducción del gas; como resultado de esto, es difícil estimar la «dosis» nebulizada.<sup>9</sup>

Es así que para recomendarle a un paciente este tipo de dispositivos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Ventajas: tienen un depósito variable del fármaco, no requieren la coordinación respiratoria del paciente y en algunos modelos, éstos se adaptan a la respiración del paciente y evitan la dispersión de contaminantes en el ambiente.
- Desventajas: los equipos son costosos, requieren mantenimiento y limpieza continua, el tiempo de administración del fármaco es más prolongado y aunque son portátiles, es poco práctico su transporte.

Los inhaladores de polvo seco que no tienen propulsores y las partículas respirables fraccionadas y micronizadas son generalmente higroscópicas, lo que significa que captan la humedad de la cavidad oral y de la vía aérea aumentando su tamaño antes del depósito y disminuyendo la penetración; en este dispositivo las partículas son conducidas por la energía emitida desde el flujo inspiratorio del paciente; el polvo puede usarse solo o bien con mezcla de lactosa, empleada como vehículo.

Todos estos dispositivos tienen sus ventajas, pues son activados por una simple respiración, son portátiles

\* Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

\*\* Colaborador externo del Proyecto de Enfermedades Crónicas FESI, UNAM.

\*\*\* Facultad de Medicina, UNAM.

y pueden contener múltiples dosis del medicamento.<sup>12</sup> Las desventajas consisten en que el depósito en los pulmones del medicamento en polvo seco es bajo, con variaciones de un inhalador a otro y oscilando entre 15 a 40%. Una limitación para su uso es que requiere que el paciente tenga un flujo espiratorio alto (aproximadamente de 60 L/min), lo que es la mayor limitación con respecto a su manejo en niños con asma, pues muchos de ellos no alcanzan un flujo espiratorio satisfactorio para alcanzar un porcentaje aceptable de la dosis en cada administración. Un problema adicional de los inhaladores de polvo seco es la penetración de humedad en el dispositivo, lo que da lugar a que el polvo se compacte y el paciente no reciba la dosis adecuada.

Todo esto invita a pensar que la tecnología relacionada con la medicación inhalada avanza a grandes pasos y, que los modernos dispositivos han superado la eficiencia de los dispositivos convencionales, lo que ha dado lugar a una mejoría considerable en cuanto al control de los síntomas en los enfermos y por tanto, ha permitido una mejor calidad de vida de los pacientes y sus familias.

La limitación de estos dispositivos es que algunos niños no logran tener un flujo espiratorio necesario, lo que ha llevado a que una nueva generación de inhaladores de polvo seco, que tienen como base mecanismos de dispersión de polvo, sean pasivos y activos.<sup>14</sup> En ambos casos el objetivo central ha sido evitar la aglomeración de partículas del medicamento inhalado, lo que contribuye a una mejor deposición pulmonar.

En cuanto a la tecnología para la dispersión del polvo, la más eficiente ha sido la llamada dispersión pasiva, ya que este dispositivo cuenta con múltiples canales para generar una circulación tangencial de aire, formando un ciclón dentro del dispositivo en el momento de la inhalación, lo cual genera un mayor depósito del medicamento en el pulmón.

La tecnología de los inhaladores de «polvo seco» emplea la energía almacenada en los sistemas basados en resortes o compartimientos de aire comprimido como elemento primordial en el proceso de dispersión de las partículas de polvo. Por otra parte, algunos de los inhaladores tienen una cámara de aire que es activada por el paciente mediante una bomba manual. La eficacia de este dispositivo, diseñado inicialmente para la insulina en aerosol, fue probada y mostró buenos resultados con la circulación de aire a partir de 5 a 56 L/min, pero dejó de ser utilizado por problemas relacionados más con el medicamento que con el dispositivo.

En este creciente desarrollo tecnológico surgieron también los sistemas que empleaban pilas y mecanismos eléctricos teniendo grandes beneficios; la gran

ventaja de estos últimos es que pueden generar una administración en aerosol uniforme y apropiada, aún en pacientes que tienen índices de corriente inspiratoria muy baja. Tal es el caso de los niños en estado crítico o en menores de ocho años. Este tipo de inhalador es una buena opción, ya que se ha observado cuando se emplea beclometasona, usando un caudal inspiratorio de 15 L/min, que se generó en el paciente un depósito de 40.5% en el pulmón, cifra superior al logrado con índices de corriente de 30 L/min (37.5%) y 60 L/min (30.4%). Es oportuno mencionar que hay otro dispositivo de pilas altamente eficaz, aún con los índices de corriente inspiratorios de sólo 15 L/min porque usa un elemento eléctrico que vibra para generar aerosol.

Si se comparan los beneficios en los pacientes en lo que se emplean los mecanismos de la dispersión de partículas, sean éstos activos y pasivos, los activos tienen la bondad de poder usar flujos de partículas más homogéneos, por lo que se deposita un porcentaje más alto de la dosis del medicamento. De igual manera se ha logrado incluir nuevos fármacos pulverizados con micropartículas con mayor porosidad y menor diámetro geométrico, para lograr un mayor depósito del medicamento en el pulmón, potencializando así su efectividad.<sup>12</sup>

Es conveniente mencionar las ventajas y desventajas de este tipo de dispositivo:

- **Ventajas:** el depósito del fármaco en el pulmón es mayor, sin importar la magnitud del flujo espiratorio del enfermo; además los dispositivos pasivos favorecen el depósito del fármaco por la energía mecánica, en cambio, los dispositivos activos generan un flujo de partículas más homogéneo, y por lo tanto, un mayor depósito del fármaco.
- **Desventajas:** hay algunos dispositivos que emplean pilas y otros eléctricos, por lo que la vigilancia de la carga eléctrica del dispositivo recae en el enfermo, lo que hace difícil que los niños de menor edad estén atentos para vigilar éstos dispositivos, poniendo en riesgo su salud e incluso su vida.

Hay otros dispositivos usados frecuentemente en muchos países como los inhaladores presurizados de dosis medida. Éstos tienen la ventaja de optimizar la administración de medicamentos como corticosteroides y broncodilatadores en infantes, niños y adultos, lo cual reduce los efectos secundarios locales y sistémicos. Éstos son equipos seguros y portátiles, que no precisan de una fuente de energía y permiten el manejo de las dosis apropiadas a los pacientes. El dispositivo contiene un depósito unido a una parte plástica que contiene la solución o la suspensión de la droga con los surfactantes,

lubricantes y los propulsores en una presión de aproximadamente tres atmósferas, dependiendo del tipo de dispositivo. Los inhaladores tradicionales de dosis medida pueden generar un porcentaje de depósito en el pulmón que se extiende entre el 10 y el 20%.

Es importante mencionar que los inhaladores «tradicionales, de dosis medida» usan propulsores<sup>12,14</sup> tales como los clorofluorocarbonos (CFC), pero por el conocido impacto de estos gases en la capa de ozono de la tierra, los hidrofluoroalcanes (HFA) gradualmente los han venido sustituyendo; es pertinente mencionar que en la literatura reciente se ha reconocido el uso de hidrofluoroalcanes como los propulsores adecuados para estos dispositivos.

Otros propulsores usan beclometasona con hidrofluoroalcanes, los cuales han mostrado ser superiores con relación a los CFC como propulsores, ya que la combinación de ambos compuestos tienen como resultado aerosoles con baja velocidad de administración del producto y con partículas más pequeñas que permiten un mayor depósito en el pulmón. Por otro lado el HFA se trata de un gas que se libera cerca de los 30°C por lo que potencialmente podría contribuir al calentamiento global.

Los inhaladores presurizados de dosis medida, han tenido éxito en cuanto a su eficacia y aceptación de los enfermos, sin embargo, algunos dispositivos han requerido modificaciones para su eficiencia; los primeros cambios estuvieron relacionados con las válvulas de los inhaladores «convencionales» para la medición de las dosis, lo que redujo la dependencia de la fuerza aplicada al depósito para reproducir y mantener la dosis para ser administrada. Otra ventaja es tener un contador de dosis, lo que permite saber cuando el dispensador de partículas está vacío. Es pertinente mencionar también que éstos pueden ser de tipo directo basado en un mecanismo activo por cambio de presión, o bien indirectos, con un contador activado por la presión digital del dispositivo.

Por otra parte, cabe agregar que los dispositivos con mecanismo directo son más confiables, ya que permiten la administración de la dosis requerida aunque esto implica mayor complejidad en el equipo. Es oportuno mencionar que los mecanismos indirectos con contadores de dosis son más simples y económicos, por lo que son más usados.

Mención especial merece el uso conjunto de los inhaladores con los espaciadores para reducir la dificultad de los enfermos o para coordinar la inhalación con la activación del dispositivo.<sup>15</sup> Por otro lado da lugar a que el fármaco que se deposita en el pulmón sea doble, reduciendo a su vez los efectos secundarios del corticoesteroide asociados a la terapia inhalada, tal como la irritación de la orofaringe, disfonía y la candidiasis.

Hay otros tipos de espaciadores en el mercado, variando éstos en volumen (entre 113 a 750 mL), en forma (sea cilindro, cono, en forma de pera ó esfera); en cuanto al sistema valvular, y los materiales usados en la fabricación (sea plástico o metal); cabe mencionar que a algunos enfermos no les agradan los espaciadores debido a su tamaño, ya que son difícil de transportarlos y además necesitan de limpieza y de su mantenimiento.

Es pertinente mencionar que su empleo, desde hace un par de décadas, ha permitido ver los beneficios a los enfermos por el uso de los espaciadores, señalando los siguientes: a) beneficios en los niños preescolares, pues los pequeños no pueden colocar sus labios en los dispositivos y aún no tienen coordinación respiratoria; b) a los niños de mayor edad, a los que se les tengan que administrar glucocorticoesteroides, ya que en ellos disminuye el impacto colateral del medicamento y c) para aquellos pacientes con limitaciones, por su propio estado clínico que no puedan usar inhaladores presurizados de dosis medida.

Es conveniente señalar que hay en la literatura médica evidencia acerca del material con el que están hechos los espaciadores, la cual señala que las cámaras plásticas, debido a su superficie no conductora, acumulan una carga eléctrica que produce un mayor depósito de medicamento dentro de ella; sin embargo esta carga puede neutralizarse mediante cámaras de inhalación de metal o bien, en el caso de ser de plástico, mediante el lavado con jabón desionizante o mediante la administración de dosis repetidas del medicamento dentro de la cámara (antes de su uso), pero esto implica una pérdida importante de las dosis del fármaco.

En cuanto a las recomendaciones de este dispositivo hay que considerar las ventajas ya señaladas, pero entre las desventajas de su empleo en los niños dependerán de la coordinación inspiratoria de éstos, pues es inadecuado su empleo en los niños menores de ocho años; ellos suelen requerir además del inhalador, un espaciador y se deposita gran cantidad de fármaco en la cavidad orofaríngea, sobre todo si se emplean espaciadores, ya que también las partículas suelen quedarse adheridas en sus paredes. Por otro lado, hay que considerar la relación que existe entre la velocidad, el tamaño de las partículas, la inhalación del enfermo y si la captación pulmonar del fármaco es óptima; además de que algunos equipos aún emplean como propelente los clorofluorocarbonos, que disminuyen la capa de ozono.

Hay ahora, un novedoso dispositivo de niebla suave, el cual se ha considerado un modelo híbrido. Éste permite un fármaco de consistencia líquida que no se mezcla con propelentes debido a la constitución ergonómica del dispositivo, el cual no requiere de espaciadores; esto

permite que sea un inhalador muy práctico para los niños y se le conoce como dispositivo «de niebla suave», ya que tiene un resorte como mecanismo para conducir el líquido, generando así una nube de aerosol por 1 a 1.5 segundos, con una velocidad tan baja como 10 m/s en comparación con los mencionados IDM de 30m/s o más.

La baja velocidad y la mayor duración de la neblina en éstos, dan como resultado que los enfermos no tengan que coordinar el disparo con la respiración así como un menor depósito faríngeo. Además entre el 60 y 80% de las partículas son menores de  $5.8\mu\text{m}$  y algunas son tan pequeñas como  $0.4\mu\text{m}$ . Un ejemplo de esta innovadora tecnología es el RespiMat.

Entre las virtudes de este portátil (RespiMat), es la de contar con un propulsor libre de CFC y HFA, además de ser fácil de usar y facilitar varias dosis; no necesita espaciadores ni baterías y no precisa ninguna fuente de energía para su empleo en los enfermos. El depósito de medicamentos en el pulmón, con este dispositivo, es alrededor de 40%.

En este documento se subraya la importancia de la adecuada elección de inhaladores apropiados para los niños destacando entre estos dispositivos los que favorecen el mayor depósito del medicamento en las vías aéreas de estos pequeños, ya que es particularmente importante en su elección para su correcto y fácil empleo por los familiares de los niños; para que aseguren el depósito óptimo del medicamento, procurando el seguimiento periódico de los niños y para ajustar la dosis y corregir las técnicas de administración del fármaco.<sup>16</sup>

En resumen el gran avance tecnológico de estos dispositivos y en la farmacología han permitido disponer de inhaladores de manejo fácil y eficiente dispersión de partículas, lo que permite el óptimo depósito de éstas en las vías aéreas de los niños, sobre todo con dispositivos de niebla suave. Es así como ahora es posible considerar las características de los enfermos y de su familia para conducir la medicación que permita rescatar la salud del niño.

## Referencias

1. Global Initiative for Asthma (GINA). *Global strategy for asthma management and prevention* [Internet]. Bethesda: National Institutes of Health, National Heart, Lung and Blood Institute; 2008 [7 July 2010]. Available: <http://www.ginasthma.org/>
2. Collis G, Cole C, LeSouef P. Dilution of nebulised aerosols by air entrainment in children. *Lancet* 1990; 336: 341-343.
3. Thompson PJ. Drug delivery to the small airways. *Am J Resp Crit Care Med* 1998; 157(5): 199-202.
4. Muñoz CA. Inhaladores de polvo seco para el tratamiento de las enfermedades respiratorias. Parte I y II. *Rev Cubana Farm* [Revista en internet] 2006 [acceso 12 de junio del 2012]; 40(2). Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/far/vol40\\_2\\_06/far08206.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/far/vol40_2_06/far08206.htm)
5. León FM, De Diego DA, Perpiñá TM. Identificación de nuevas categorías diagnósticas dentro del asma bronquial y la EPOC. Una revisión de las clasificaciones tradicionales *Arch Bronconeumol* 2002; 38(1): 10-15.
6. Guía de recomendaciones para el paciente. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) Calidad Sanitaria. Ed. Dirección General de Calidad, Acreditación, Evaluación e Inspección Comunidad de Madrid. Disponible el 20 de Octubre del 2011 en: <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content disposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3DSatellite%2C6.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DPMAY&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1158610090583&ssbinary=true>
7. Rodrigo GJ, Rodrigo C. Tratamiento inhalatorio en la crisis asmática severa. *Rev Méd Urug* 2003; 19: 14-26.
8. Pérez PR. Primer coloquio satelital sobre la enfermedad pulmonar obstructiva 2006 [acceso 6 julio 2011]. Disponible en: <http://industria-farmaceutica.com/index.php?name=News&file=article&sid=1206>
9. Giner J, Basualdo LV, Casan P, Hernández C, Macián V, Martínez I et al. Normativa sobre la utilización de fármacos inhalados. Normativas SEPAR. *Arch Bronconeumol* [revista en internet] 2000 [acceso 3/06/2011]; 36: 34-43. Disponible en: [http://www.separ.es/doc/areas\\_trabajo/enfermeria\\_y\\_fisioterapia/rec19.pdf](http://www.separ.es/doc/areas_trabajo/enfermeria_y_fisioterapia/rec19.pdf)
10. García RF, Villamor LJ. Bases físicoquímicas del tratamiento inhalado. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible 12/05/2011 [http://www.faes.es/archivos\\_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI\\_2.PDF](http://www.faes.es/archivos_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI_2.PDF)
11. Pereira MF, Ribeiro FLV. Advances in inhalation therapy in pediatrics. *J Pediatr (Rio J)*. 2010; 86(5): 367-376.
12. Muchão FP, Perin SL, Rodrigues JC, Leone C, Silva Filho LV. Avaliação sobre o uso de inaladores dosimetrados entre profissionais de saúde de um hospital pediátrico. *J Bras Pneumol* 2008; 34:4-12.
13. Rodríguez HJ, Calle RM, Nieto BM, De Miguel DJ. Cámaras de inhalación y espaciadores: tipos, utilidad, indicaciones y aplicaciones. Servicio de Neumología. Hospital Clínico San Carlos Universidad Complutense, Madrid [acceso 6/08/2011]. Disponible en [http://www.faes.es/archivos\\_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI\\_6.PDF](http://www.faes.es/archivos_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI_6.PDF)
14. Sauret VJ. Desarrollo y evolución histórica de los sistemas de inhalación [acceso el 12/07/2011]. Disponible en: [http://www.faes.es/archivos\\_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI\\_1.PDF](http://www.faes.es/archivos_pdf/download/inalair/moduloI/INALAIRI_1.PDF)
15. Cox FP. Terapia Inhalatoria. Actas de Reuniones Clínicas. *Med-wave* [internet] 2008 [acceso: 11/06/2011]; 8(10): 1791. Disponible en: <http://www.mednet.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/1791>
16. Torregrosa BMJ. Uso de los medicamentos inhalados: ¿son mejores los nebulizadores? *Rev Pediatr Aten Primaria* 2005; 7: 79-95.

### Correspondencia:

Georgina Eugenia Bazán Riverón  
Profesora Asociada «C»  
Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE). Proyecto de Enfermedades Crónicas. FESI, UNAM.  
Av. de los Barrios Núm. 1,  
Col. Los Reyes Iztacala, 54090,  
Tlalnepantla, Estado de México.  
Tel: 55 62231333, Ext: 9806, Fax: 5390 7604.  
E-mail: g.bazan@campus.iztacala.unam.mx