



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

**INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
"ISMAEL COSÍO VILLEGAS"**

SECRETARIA DE SALUD

**"Evaluación de Conocimiento y destreza en el uso de dispositivos de
inhalación del personal en formación del Instituto Nacional de
Enfermedades Respiratorias."**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA SUBESPECIALIDAD DE

NEUMOLOGIA PEDIATRICA

P R E S E N T A

Dra. Karla Emilia Pavón Osorio

ASESOR DE TESIS: Dra. Claudia Garrido Galindo

COASESOR DE TESIS: Dra. Rosangela Del Razo Rodríguez

Dra. María del Carmen Cano Salas



MEXICO, D.F. 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

SE AUTORIZA EL PRESENTE TRABAJO COMO TESIS DE POSGRADO A LA
DRA. KARLA EMILIA PAVÒN OSORIO

Dr. Juan Carlos Vázquez García
Director del Departamento de
Enseñanza
Instituto Nacional de Enfermedades
Respiratorias

Dr. Carmen Cano Salas
Jefe del Departamento de Postgrado
Instituto Nacional de Enfermedades
Respiratorias

Dr. Alejandro Alejandro García
Jefe del Departamento de neumología
pediátrica y Profesor titular del curso de
Especialidad en Neumología Pediátrica.
Instituto Nacional de Enfermedades
Respiratorias

Dra. Claudia Garrido Galindo
Medico adscrito al departamento de
Neumología Pediátrica
Instituto Nacional de Enfermedades
Respiratorias
Tutor de Tesis

Tabla de contenido

INTRODUCCION	4
GENERALIDADES	4
ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS AEROSOLES TERAPÉUTICOS	4
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA AEROSOLTERAPIA	8
Factores que afectan al depósito de fármacos aerosolizados	8
DISTRIBUCIÓN IDEAL SEGÚN EL TIPO DE FÁRMACO	14
INHALADORES DE DOSIS MEDIDA PRESURIZADOS IDMp	16
Sistemas “autodisparo” Autohaler®	20
Cámaras de inhalación	22
Métodos de utilización de los dispositivos de polvo seco	26
RESPIMAT®	31
CONCLUSIÓN	33
Planteamiento del problema	34
Justificación	34
Hipótesis	34
Objetivo General	35
Objetivos específicos	35
Material y método	36
Diseño del estudio	36
Descripción general del estudio	36
Muestra	37
Procedimiento:	37
Criterios de inclusión.....	38
Criterios de exclusión	38
Criterios de Eliminación	38
Definición de Variables.....	39
Estadística	41
RESULTADOS	41
Discusión	43
Conclusiones	47
ANEXOS 1	48
Bibliografía	59
Anexos 2	65

INTRODUCCION

GENERALIDADES

La medicación inhalada constituye el tratamiento de primera línea de enfermedades como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), su efectividad está en relación con la cantidad de fármaco que logra depositarse más allá de la región orofaríngea, con el lugar en que se produzca el depósito (vías aéreas centrales o periféricas) y con la distribución uniforme o no del mismo, todo ello juega un papel importante en su efectividad¹.

- Ventajas

La vía inhalada presenta una serie de ventajas sobre la vía sistémica que la hacen preferible para el tratamiento de enfermedades locales: pueden administrarse dosis elevadas de fármaco que sean rápidamente absorbidas a través del epitelio de las vías aéreas, produciendo un rápido inicio de acción y minimizándose los efectos secundarios sistémicos².

- Desventajas

Si un fármaco aerosolizado se deposita en una dosis subóptima o en una región del pulmón no afectada por la patología a tratar, la efectividad del tratamiento se verá comprometida².

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS AEROSOLES TERAPÉUTICOS

Las primeras noticias sobre sistemas de inhalación proceden de Egipto y tienen una antigüedad de más de tres mil años. En un antiquísimo papiro médico se ofrece la siguiente receta contra la tos persistente³:

“Toma mirra, resinas aromáticas y púlpas de dátiles en porciones iguales; machácalas hasta formar una masa. Búscasiete piedras y caliéntalas al fuego. Coloca encima de una de ellas una porción de la masa. Tápala con un recipiente de barro nuevo con el fondo perforado, coloca en el orificio una caña hueca y aspira el vapor que exhala. Después has lo mismo con las otras seis piedras”.

El procedimiento, con algunas variantes como por ejemplo, la utilización de recipientes metálicos, siguió empleándose en los tiempos de la Grecia clásica y de la Roma Imperial para vaporizar, con agua, plantas con propiedades balsámicas y expectorantes de forma muy similar a como todavía se continúa haciendo hoy.

Durante la Edad Media y el Renacimiento se añadieron a estos usos las fumigaciones mercuriales para el tratamiento de la sífilis, y de azufre, oropimente y trementina para la tisis pulmonar (por la idea de que los tísicos mejoraban en la proximidad a los volcanes activos), con los consiguientes efectos secundarios que pueden imaginarse. Los aparatos, si es que así pueden llamarse, eran rudimentarios, y no fue hasta bien entrado el siglo XVIII cuando comienzan a aparecer algunas innovaciones, tales como la inserción en el recipiente de un tubo flexible de cuero, con boquilla de marfil, y una especie de válvula espiratoria.

Como puede apreciarse, el progreso técnico del tratamiento por vía inhalatoria fue muy lento, de manera que no es posible hablar con propiedad de terapia nebulizada (del latín *nebula*: niebla, vapor, nube) hasta la segunda mitad del siglo XIX, gracias a los avances y nuevos conocimientos que en esta época se produjeron en el ámbito de la física, la fisiología y la farmacología.

En 1849, Auphan, médico director del balneario de Euzet-les-Bains (Francia) ideó una sala de terapia denominada *Vaporarium* en la que hacía impactar contra una pared un surtidor a chorro de agua mineral, produciéndose así una atmósfera saturada de finísimas partículas acuosas pulverizadas que los enfermos

respiraban. El inconveniente mayor era el obligado traslado hasta el balneario para hacer el tratamiento³.

Unos años antes, en 1828, Schneider y Waltz habían inventado un pulverizador, el *hidroconion*, que reducía los líquidos a lluvia menuda; pero en realidad era tan solo un atomizador como los que se usan en perfumería⁴. Consistía en un recipiente cerrado, lleno hasta la mitad de agua, en cuya porción superior se introducía un fino tubo vertical con una abertura capilar. Perpendicular a éste, otro tubo horizontal conectaba con una pera de caucho. Al bombear el aire, la presión hace elevarse el agua por el tubo vertical, choca con el estrechamiento capilar y se pulveriza en forma de aerosol. Este se utilizó en sanatorios de montaña en Suiza para hacer respirar a los enfermos tuberculosos con nebulizaciones de agua de mar que se hacía traer expresamente desde la costa mediterránea^{3,4}.

En 1858, Sales-Girons, médico del balneario de Pierrefonds-les-Bains en Francia inventó un aparato portátil pulverizador de líquidos medicinales que por su originalidad obtuvo la medalla de plata de la Academia de Ciencias Médicas de París. El principio de acción era similar al del *hidroconion*, pero al ser más accesible y fácil de manejar por el enfermo cabe catalogarlo como el primer inhalador portátil a domicilio. Al poco tiempo comenzaron a aparecer diversas variantes del aparato de Sales-Girons, como por ejemplo el *nefogenó*, basados en el mismo principio: la mezcla de un chorro líquido con otro de aire comprimido³.

Otra posibilidad era mediante el vapor acuoso generado por una fuente de calor, que producía la rarefacción del aire contenido en un tubo vertical e impactaba con un chorro de líquido. El prototipo fue el aparato de Siegle, que funcionaba automáticamente. Estos aparatos tuvieron grandes detractores que afirmaban, con algo de razón como más tarde se pudo demostrar, que las partículas inhaladas no alcanzaban las vías respiratorias periféricas, porque impactaban la mayoría de ellas en las paredes del tracto respiratorio superior. Siendo, por tanto, ineficaces.

Pero la técnica se impuso y se siguieron inventando nuevos modelos que fueron los precursores de los modelos actuales⁴.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se utilizaron estos aparatos para hacer inhalaciones de belladona, creosota, guayacol, mentol, eucaliptol, trementina, lobelia, bálsamos y aguas sulfurosas. Sin embargo, no todo el mundo estaba de acuerdo sobre la eficacia del método, pues muchos opinaban que era imposible que los medicamentos pulverizados llegaran hasta los bronquios periféricos, y menos aún hasta los alvéolos. Para convencerles, los defensores presentaron resultados experimentales en cadáveres y en sujetos voluntarios que se prestaban a ser examinados con el espejillo laríngeo tras la inhalación de una sustancia acuosa de azul de Prusia⁴.

Los primeros modelos de depósito de aerosoles en el pulmón se basaban en morfologías pulmonares muy simples. Solían ser confinados a una zona de las vías respiratorias en vez de modelos de todo el tracto respiratorio. El primer modelo matemático de depósito de partículas fue realizado en 1935 por Findeisen, basándose en conocimientos anatómicos de la época dividió el tracto respiratorio en únicamente 9 generaciones, llegando hasta los ductos y sacos alveolares y estableció fórmulas para el cálculo del depósito de partículas en cada generación, en función de los 3 mecanismos fundamentales de depósito: choque, sedimentación y difusión; sin embargo no tomaba en cuenta las vías aéreas superiores a la tráquea así como la simplicidad anatómica de la vía aérea inferior⁵. El modelo de Landhal en 1950 añade 2 compartimentos al modelo: boca y faringe⁶. Davies detalló 15 generaciones, hasta los sacos alveolares⁷. Weibel describió un mínimo de 23 generaciones hasta los conductos alveolares⁸. Actualmente los estudios que predominan se basan en la dinámica computacional de fluidos(CFD, computational fluid dynamics), que es una técnica que intenta utilizar los ordenadores para la simulación del movimiento de los fluidos y busca resolver las ecuaciones matemáticas que gobiernan su movimiento⁹.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA AEROSOLTERAPIA

DEFINICIÓN: Se entiende por aerosol la suspensión de partículas microscópicas de sólidos o líquidos en el aire o en cualquier otro medio gaseoso¹⁰.

Factores que afectan al depósito de fármacos aerosolizados

Factores como el tamaño de las partículas del aerosol, las condiciones de respiración, la geometría de las vías aéreas o los mecanismos de aclaramiento mucociliar, juegan un papel fundamental en el depósito pulmonar de los fármacos aerosolizados¹:

Tipos de aerosoles y tamaño de las partículas

El tamaño y forma de las partículas son factores primordiales que van a condicionar su depósito en el pulmón¹. Las partículas proporcionadas por un inhalador tienen diferentes tamaños y siguen una distribución normal en escala semilogarítmica (distribución log-normal). Por ello, para categorizar el tamaño de las partículas generadas por un determinado dispositivo, se utiliza el término diámetro de la mediana de la masa aerodinámica (DMMA), que es el diámetro en el que la mitad de la masa de las partículas de un aerosol tiene un tamaño mayor y la otra mitad, menor^{10,11}.

Los aerosoles compuestos de partículas de tamaño parecido se denominan monodispersos, lo que quiere decir que las desviaciones de tamaño de la partícula con respecto a la media son demasiado pequeñas. Los aerosoles que sobrepasan una desviación estándar del tamaño de la partícula por encima de 1.22 se consideran heterodispersos. La mayoría de los aerosoles terapéuticos son de este último tipo³.

La gran mayoría de los aerosoles utilizados son heterodispersos o polidispersos, debido a que el tamaño de sus partículas es variable, pueden oscilar entre 0.001 μm y más de 100 μm de diámetro (el DMMA oscila menos). Los que se utilizan habitualmente en medicina tienen un DMMA que oscila entre 0,5 y 5 μm . Las partículas de menor tamaño (0,5-2 μm) llegan a los bronquiolos terminales y a la región alveolar, las partículas entre 2-5 μm se depositan en las pequeñas vías aéreas, las partículas entre 5-10 μm lo hacen en las grandes vías aéreas y las de tamaño superior a 10 μm , en el área orofaríngea¹⁰.

En función de su tamaño y de su forma, las partículas se pueden depositar mediante cuatro mecanismos:

- **Choque:** es el fenómeno físico por el que las partículas de un aerosol tienden a continuar con su trayectoria cuando discurren por la vía aérea, en vez de adecuarse a las curvaturas del tracto respiratorio. Las partículas que tengan suficiente momento (momento es masa x velocidad) se verán afectadas por las fuerzas centrífugas en aquellos puntos en que el flujo de aire cambie de dirección repentinamente, chocando contra la pared de la vía aérea. Esto sucede principalmente en la vía aérea superior, en la tráquea y en las primeras 10 generaciones bronquiales, en las que la velocidad del aire es elevada y el flujo es turbulento. Este fenómeno afecta sobre todo a las partículas mayores de 10 μm , que van a quedar retenidas principalmente en la región orofaríngea, en especial si el fármaco es administrado empleando inhaladores en polvo (IPS) o inhaladores en cartucho presurizado (ICP). Como es natural, si la impactación es elevada, el depósito distal de partículas será muy bajo^{1,3,10}.
- **Intercepción:** se da principalmente en el caso de las fibras, en las que debido a su forma alargada, el depósito se produce en cuanto contactan con la pared de la vía aérea¹.

- Sedimentación: Es el fenómeno físico por el que las partículas con una masa suficiente se depositan por acción de la gravedad cuando el tiempo de permanencia en la vía aérea es suficientemente largo. Se produce en zonas de flujo laminar, predomina en las 5 últimas generaciones bronquiales, en las que la velocidad del aire es baja y, por lo tanto, el tiempo de residencia se prolonga. La disminución de la luz del conducto, el aumento del diámetro aerodinámico y la apnea aumentan la probabilidad de sedimentación^{1,10}.
- Suspensión: Es el fenómeno por el que las partículas de un aerosol se desplazan de forma errática de un sitio a otro de las vías aéreas. Sucede como consecuencia del movimiento browniano de las partículas y se da en aquellas de tamaño inferior a 0,5 μm de DMMA cuando alcanzan los espacios alveolares, en donde la velocidad del aire es prácticamente nula. Estas partículas por lo general no llegan a depositarse y son expulsadas nuevamente al exterior con la espiración, y/o atraviesan la membrana alveolo capilar^{1,10}.

Las partículas de los fármacos aerosolizados suelen poseer una forma uniforme, con simetría en varios planos, y raramente tienen un tamaño inferior a $1\mu\text{m}$, por lo que los mecanismos que van a predominar van a ser el choque y la sedimentación. Para el tratamiento respiratorio tópico interesa emplear partículas con DMMA comprendido entre 0.5-5 μm . Es lo que se denomina fracción respirable de un aerosol. El término “materia particulada” (PM, particulate matter) se utiliza para designar la cantidad de materia con un diámetro inferior al numeral en micras. Así PM_{10} indica la masa, o concentración, de partículas con un diámetro < 10 μm . Se denomina “masa respirable al PM_5 de las partículas de un aerosol con un diámetro < 5 μm ”.

Velocidad del aire

Dado que las partículas son transportadas en la vía aérea por una corriente de aire, sus trayectorias se van a ver afectadas por las características de la misma. El flujo de aire en los pulmones está determinado por el volumen corriente y la frecuencia respiratoria.

Sbirlea- Apiou et al¹² demostraron que en las 4 generaciones de la vía aérea, para cualquier tamaño de partícula, el depósito aumenta según lo hace el flujo inspiratorio. Sin embargo, lo contrario sucede en las últimas generaciones de la vía aérea, en donde el depósito de partículas es inversamente proporcional a este flujo. Esto es debido a que el incremento del flujo inspiratorio disminuye el tiempo de permanencia de las partículas en la vía aérea, por lo que los efectos de la gravedad y del movimiento browniano (movimiento browniano: es el movimiento de pequeñas partículas las cuales tienden a ascender y realizar un movimiento zigzagante) va a verse reducidos. Evidentemente se precisa un flujo inspiratorio “mínimo” capaz de arrastrar las partículas hacia el interior del árbol bronquial.

El flujo inspiratorio del paciente influye en la cantidad y el tipo de partículas depositadas. Un flujo inspiratorio alto (superior a 100l/min) hace predominar el depósito por impactación, pero consigue una elevada penetración de partículas.

Un flujo inspiratorio bajo (inferior a 30 l/min), aunque favorece la sedimentación, hace peligrar la cantidad de sustancia inhalada. El flujo inspiratorio ideal oscila entre 30 y 60 l/min. El volumen inspirado condiciona también la cantidad de fármaco inhalado. Un volumen bajo impide la correcta penetración contrariamente, un volumen elevado permite la entrada de una buena cantidad del producto. La correcta distribución anatómica bronquial favorece la penetración del aerosol y, al contrario, las malformaciones bronquiales, congénitas o adquiridas, la dificultan. Así mismo, un factor muy importante es la realización de un tiempo de apnea post-inspiratoria, a fin de favorecer el depósito pulmonar por el mecanismo de sedimentación¹³⁻¹⁵.

Geometría de las vías aéreas

Las probabilidades de depósito de las partículas por choque aumentan cuanto mayor es el tamaño de las propias partículas, mayor sea el flujo de aire inspirado, mayor sea el ángulo de separación entre dos ramas y cuanto más estrecha es la vía aérea, así la impactación de las partículas es mayor en las bifurcaciones bronquiales y en las vías aéreas con diámetros reducidos¹⁶.

En patologías como la bronquitis crónica o el asma, que pueden alterar la arquitectura del pulmón por aparición de broncoconstricción, inflamación o acumulación de secreciones, se modifica el depósito de los fármacos aerosolizados. La disminución del calibre de la vía aérea aumenta la velocidad del aire, produciendo turbulencia en lugares en los que el flujo es normalmente laminar. La obstrucción de la vía aérea también hace que el aire tienda a desplazarse a zonas sin obstruir, por lo que el fármaco inhalado también tenderá a depositarse mayoritariamente en zonas sanas del pulmón¹⁶.

Grado de humedad

Las partículas de fármaco de los aerosoles pueden ser higroscópicas en mayor o menor medida. La higroscopicidad es la propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran. Esto hace que puedan aumentar o disminuir de tamaño al penetrar en la vía aérea, con la consiguiente modificación del patrón de depósito respecto a lo esperado inicialmente. El diámetro que alcanza una partícula después de su crecimiento higroscópico depende de su diámetro inicial, de las propiedades intrínsecas de la partícula y de las condiciones ambientales de la vía aérea. La fracción molar de vapor de agua contenida de la vía aérea ha demostrado ser un factor importante en relación con el aumento del DMMA de las partículas del aerosol¹⁷. En general se considera que el crecimiento higroscópico afecta poco a las partículas con DMMA inferior a $0.1\mu\text{m}$, mientras que es muy intenso en las partículas con DMMA superior a $0.5\mu\text{m}$ ¹⁸.

Aclaramiento mucociliar

Una vez depositadas en las vías aéreas, las partículas pueden ser arrastradas por el sistema mucociliar, degradadas o absorbidas a la circulación sistémica o a los conductos linfáticos¹⁶. El primer mecanismo que se da en las vías aéreas de conducción (desde la tráquea hasta los bronquiolos terminales), tapizadas por epitelio ciliado, el cual está cubierto por moco en el que se distinguen dos capas: una capa periciliar de baja viscosidad, o sol, y una capa que cubre a ésta, más espesa o gel. Esta capa bifásica de moco protege al epitelio de la deshidratación, ayuda a humidificar el aire y proporciona una barrera protectora al atrapar las partículas inhaladas¹⁹. Las partículas insolubles quedan atrapadas en el gel y se desplazan hacia la región faringolaríngea por el movimiento de los cilios del epitelio, donde va a ser expectorado o deglutido²⁰. La velocidad de aclaramiento va a depender del número de células ciliadas y de la frecuencia con que batan los cilios, y puede verse afectada por factores que actúen sobre el funcionamiento de los cilios o sobre la cantidad y la calidad del moco. Por ejemplo, en la fibrosis quística (FQ) se produce un moco muy espeso que no se desplaza correctamente por el movimiento de los cilios²¹. Las partículas solubles son eliminadas por mecanismos absorptivos. Las moléculas liposolubles atraviesan el epitelio respiratorio por transporte pasivo; las moléculas hidrosolubles pueden atravesar la barrera epitelial bien a través de los espacios intercelulares o bien por transporte activo (por mecanismos de endocitosis y exocitosis) una vez ubicadas en la región submucosa, las partículas pueden pasar a la circulación sistémica, circulación bronquial o al sistema linfático¹⁶. Las partículas que alcanzan a depositarse en los alvéolos pueden ser fagocitadas o eliminadas por los macrófagos alveolares, en caso de que sean partículas insolubles (mecanismo no absorptivo)²² o bien ser absorbidas hacia la circulación sistémica si son solubles²³.

Peculiaridades de cada individuo

Un modo de lograr una mayor individualización de los tratamientos sería la elaboración de modelos de la vía aérea exclusivos de cada paciente mediante técnicas CFD (computational fluid dynamics)¹.

DISTRIBUCIÓN IDEAL SEGÚN EL TIPO DE FÁRMACO

Los receptores para los fármacos agonistas adrenérgicos B₂ (salbutamol, terbutalina) y para los fármacos antagonistas de los receptores muscarínicos M₃ (bromuro de ipratropio), no se distribuyen de forma uniforme por el pulmón. Más del 90% de los receptores B se localizan en la pared alveolar y concretamente, los receptores B₂ se localizan en alta densidad en el epitelio de la vía aérea comprendida entre los bronquios principales y los bronquiolos terminales²⁴. Los receptores M₃ se encuentran en alta densidad en las glándulas submucosas y ganglios del pulmón, y en menor proporción en el músculo liso de las vías aéreas, en los nervios que inervan a los bronquios y en la pared alveolar²⁵. La localización de estos receptores en el pulmón sugiere que el bromuro de ipratropio debería depositarse en las vías aéreas de conducción para alcanzar una mayor efectividad, mientras que el salbutamol debería depositarse de manera más periférica (en las medianas y pequeñas vías aéreas) para producir un adecuado efecto terapéutico. En el caso de los corticoides inhalados, el tratamiento parece ser más beneficioso entre más se disperse el fármaco por los pulmonares, ya que las células inflamatorias tales como eosinófilos, linfocitos y macrófagos se encuentran presentes a lo largo de las vías respiratorias y los alvéolos en pacientes asmáticos^{26,27}. El lugar óptimo para el depósito de antibióticos aerolizados va a depender de la enfermedad a tratar. En el caso de la FQ, existe una colonización crónica por *Pseudomonas aeruginosa*, que tiende a crecer en la luz de las vías aéreas, con una invasión limitada del parénquima pulmonar. La infección se inicia en los bronquiolos y se va desplazando a las vías aéreas más proximales²⁸, por lo tanto el sitio ideal de los antibióticos inhalados sería a lo largo de todas las vías aéreas de conducción. Las acumulaciones de moco en determinadas zonas pueden obstaculizar el depósito del antibiótico en lugares posteriores a la obstrucción, las cuales son presumiblemente las zonas más infectadas, viéndose entonces comprometida la eficacia del tratamiento^{16,29}.

Generadores de aerosoles

Existen tres tipos de dispositivos para la entrega de fármacos en aerosol estos son^{30,31}:

1. Nebulizadores
2. Inhaladores de dosis medida (IDM) que pueden incorporarles una Aerocámara
3. Inhaladores de polvo seco (IPS) monodosis o multidosis.

Tipos de sistemas de inhalación

Los nebulizadores se subdividen en 3 tipos:

1. Jet
2. Ultrasónicos
3. Membrana vibrante u oscilatoria (MESH nebulizer)

La selección del dispositivo se individualiza ala capacidad del paciente. Debe justificarse con base al escenario clínico, la enfermedad de la enfermedad y el costo/beneficio del tratamiento³².

Tabla 5. Ventajas y desventajas entre los dispositivos para entrega de fármacos en aerosol.

Dispositivo	Ventajas	Desventajas
Inhalador dosis medida presurizado (IDM)	<ul style="list-style-type: none">• Fácil de usar• Pequeños, portátiles• Menor costo• Buen depósito pulmonar (50% con fórmula HFA)• Menor riesgo de contaminación• Menor tiempo para administrar el fármaco	<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de contador de dosis• Técnica de administración compleja• Entrenamiento complicado (niños y ancianos)• Adecuada coordinación
Nebulizadores neumáticos	<ul style="list-style-type: none">• Edad (no limita su uso)• Empleados en múltiples escenarios clínicos• Pueden mezclar más de un fármaco• No existen enfermedades que lo contraindiquen• Se pueden utilizar grandes dosis• Efecto psicológico de atención médica	<ul style="list-style-type: none">• Mayor tiempo para administrar• Fuente de aire compreso• Limpieza y mantenimiento• Control de infecciones• Menos portátiles• Alto costo
Nebulizador en Jet	<ul style="list-style-type: none">• Se pueden utilizar en todos los pacientes, independientemente de la edad• Especifico para uso de antibióticos• No requiere técnica especial	<ul style="list-style-type: none">• No es portátil• Mayor costo• Mayor tiempo de entrega del fármaco (hasta 30 minutos)

HFA: hidrofluoroalcanos.

Tomado de Cortés-Tellez A³³.

INHALADORES DE DOSIS MEDIDA PRESURIZADOS IDMp

Fundamentos

Los sistemas de inhalación que incluyen un cartucho presurizado, denominados inhaladores presurizados de dosis controlada (MDI), son generadores de partículas heterodispersas, es decir, que producen partículas de diferentes tamaños, cuya DMMA oscila entre 2 y 4 micras. Están constituidos por tres elementos:

a) un cartucho o dispositivo cilíndrico metálico, con capacidad variable según el fabricante, en torno a los 10 ml, que contiene el medicamento activo en solución o suspensión en un gas propelente y a una presión de entre 3 y 4 atmósferas¹³. El fármaco sale a una velocidad muy elevada, de más de 30m/seg³⁴. El gas propelente empleado es el freón, nombre genérico con el que se designa una serie de compuestos gaseosos, volátiles e inertes, los clorofluorocarbonos.

b) La válvula dosificadora, pieza clave de este sistema inhalatorio, que permite liberar en cada pulsación una dosis controlada y reproducible del fármaco micronizado.

c) Envase externo de plástico en el que se encaja el cartucho. La presión ejercida sobre el cartucho acciona la válvula que permite la salida del aerosol a través de un orificio.

Propelentes y aditivos. La utilización de propelentes fluorocarbonados (CFC-11, CFC-12, CFC-114), caracterizados por ser fáciles de licuar, no tóxicos (aunque pueden llegar a ser cardiotóxicos si se usan de forma abusiva y durante cortos períodos de tiempo). Hoy día, debido a la destrucción que causan en la capa de ozono de la atmósfera terrestre, se tiende a la supresión de este elemento como propelente y a la sustitución por otros gases (protocolo de Montreal, 1990) o

sistemas de inhalación en forma de polvo seco (el 0,5% de los CFC producidos en el mundo se utilizan en MDI)¹³ Asimismo, se utilizan cosolventes (etanol, glicol) y en ocasiones preservantes (ácido ascórbico) y aromatizantes (mentol), que pueden ser responsables en algunos casos de broncospasmo o irritación de las vías altas. Actualmente ha sido sustituido CFC por el hidrofluoroalcano (HFA): siguiendo las directrices del tratado de Montreal instauradas en 2010³⁵. Los hidrofluoroalcanos son no-toxicos, no inflamables y químicamente estables, además no son carcinogénicos o mutagénicos, hidrofluoroalcano-134^a y el hidrofluoroalcano-277 no afectan la capa de ozono, por lo tanto no contribuyen al calentamiento global³⁶. El desarrollo de los ICP con HFA también ha permitido reducir el tamaño de las gotas del aerosol y, por tanto, mejorar el depósito pulmonar del fármaco. En el caso de la Beclometasona –HFA, con una DMMA de 1,1 µm, se ha demostrado depósitos de hasta el 56% de la dosis inicial^{37,38}.

Ventajas. Es incuestionable la revolución terapéutica que supuso la introducción de los cartuchos presurizados, sobre todo debido a las ventajas de su uso. La primera es su reducido tamaño, lo que lo hace idóneo para ser transportado por el paciente, y disponen en todo momento de su tratamiento, en cualquier lugar o situación, sin necesidad de energía externa para su funcionamiento. También lo es su manejo, ya que la técnica de utilización es sencilla y el paciente percibe fácilmente su inhalación. Estos aspectos dan una gran autonomía al paciente. Técnicamente, permite tener la seguridad de que la dosis que suministran es conocida, exacta y repetitiva y, dadas las características herméticas del sistema, se mantiene la esterilidad del medicamento. Es fácilmente adaptable a circuitos de ventilación asistida y la limpieza y mantenimiento son muy sencillos^{13,39}.

Inconvenientes. El inconveniente más importante es la dificultad de coordinación entre la inspiración y el disparo. Además, dada la velocidad y la temperatura con que el gas sale del cartucho, se favorece el choque de las partículas del medicamento en la orofaringe y, en algunos pacientes, este fenómeno puede interrumpir la maniobra de inhalación (efecto de frío del freón), además de tener

un efecto irritante. Otro de los inconvenientes más importantes es el efecto que producen los propelentes fluorocarbonados sobre la capa de ozono atmosférica. Aunque la técnica de inhalación es sencilla se requiere que sea correcta y esto es difícil de conseguir en algunos pacientes. Su presentación facilita el abuso del fármaco por parte del paciente¹³.

Otro inconveniente de los IDMp es la posible variación de la dosis liberada en cada pulsación si el dispositivo no se agita correctamente³⁴.

Método de utilización. Para obtener un máximo beneficio en el uso de los inhaladores presurizados, es necesario realizar una técnica de inhalación correcta:

1. El paciente estará incorporado o semiincorporado para permitir la máxima expansión torácica.
2. Hay que destapar el cartucho, 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.
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 de forma lenta y profunda 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. Se debe aguantar la respiración durante unos 10 seg.

9. Si debe administrarse una o más dosis del mismo u otro aerosol, hay que esperar un mínimo de 30 seg entre cada toma. Repetir el procedimiento desde el paso 3.

10. Tapar el cartucho y guardarlo en lugar seguro. Es importante recomendar a los usuarios la conveniencia de enjuagarse la boca sistemáticamente tras la utilización de inhaladores, en general, y muy especialmente tras la inhalación de corticoides.

Mantenimiento y limpieza.

El mantenimiento de los cartuchos presurizados es sencillo y podemos resumirlo en los siguientes puntos:

- No exponer a temperaturas superiores a 50 °C.
- No intentar perforarlo.
- No utilizarlo en posición inadecuada (forma de P) por pérdida de propelente.
- No poner aceites o lubricantes en la válvula de salida.

La limpieza debe realizarse extrayendo el cartucho y limpiando con agua y detergente suave el contenedor de plástico y enjuagándolo de forma abundante para posteriormente secarlo con cuidado (evitar que quede agua en la base de la válvula) y situar el cartucho de nuevo en el contenedor. Su esterilización puede llevarse a cabo utilizando sistemas fríos como el óxido de etileno o mediante inmersión en sustancias esterilizantes (glutaraldehído fenolato en proporción 1:16 durante 20 min); en cualquier caso, y dado que el uso del inhalador es individual, la esterilización no parece ser necesaria en la mayoría de las ocasiones

Sistemas “autodisparo” Autohaler®

Capítulo aparte merece el dispositivo de inhalación con dosificador activado por la inspiración (Autohaler®, Easy Breath®), de reciente aparición en nuestro país y cuya aparición en el mercado internacional se remonta a 1989. Es un sistema similar al cartucho presurizado convencional, diferenciándose en el sistema valvular que permite que la emisión del aerosol se active de modo simultáneo a la inspiración del paciente, obviándose la coordinación disparo-inspiración. En algunas presentaciones se ha sustituido el propelente de CFC por HFA134 (hidrofluoroalquenos), gas que, al carecer de cloro, no tiene los inconvenientes descritos con anterioridad. Son sistemas compactos (no permiten la extracción del cartucho), multidosis y de tamaño algo mayor.

Las ventajas de este sistema sobre los cartuchos presurizados clásicos serían:

- Minimiza los problemas derivados de la coordinación disparo/inspiración, ya que el paciente efectúa una inspiración profunda y se dispara automáticamente la salida del aerosol.
 - Permiten la utilización de estos dispositivos en pacientes con limitaciones funcionales (artropatías deformantes).
 - Son de fácil utilización para niños y ancianos.
 - Mayor cantidad de fármaco disponible en cada cartucho.
- Oscilan, según fabricantes, entre 200 y 400 dosis, y algunos disponen de inhaladores con 80 dosis pensados para el uso hospitalario.
- Se activan con flujos inspiratorios reducidos, entre 18 y 30/min-1.
 - Son prácticamente silenciosos.

Técnica de utilización de los sistemas autodisparo:

1. Agitar firmemente unos segundos el cartucho, colocándolo en posición de disparo (en forma de L).
2. Destapar el sistema (se activa el dispositivo en el sistema Easy Breath®).
3. Actuar sobre el pivote superior elevándolo (sistema Autohaler®).
4. Efectuar una espiración lenta y profunda.
5. Colocar el inhalador en la boca rodeando firmemente la boquilla con los labios.
6. Inspirar de forma lenta y profunda por la boca hasta llenar completamente los pulmones.
7. Retirar el cartucho de la boca y retener la respiración durante unos 10 s.
8. Volver a colocar el pivote en su posición de partida. Si hay que repetir una nueva dosis, conviene esperar un mínimo de 30 s.
9. Tapar de nuevo el cartucho y guardarlo adecuadamente.

La limpieza y desinfección se realizarán de igual modo que lo descrito para los cartuchos presurizados clásicos, sin separar el cartucho del contenedor de plástico.

Cámaras de inhalación

Fundamentos

Las cámaras de inhalación son aparatos diseñados para ayudar a mejorar la eficiencia en el uso de los cartuchos presurizados. Estos accesorios, al aumentar la distancia entre el cartucho y la boca, provocan un enlentecimiento del flujo del aerosol, lo que reduce la impactación en la orofaringe. La evaporación del freón en su interior disminuye el tamaño de las partículas y facilita la penetración y el depósito en vías periféricas pulmonares.

En los pacientes con problemas de coordinación, la extensión permite un retraso en el inicio de la inspiración, que no requiere coordinarse con el disparo, y disminuye la sensación desagradable producida por la entrada y evaporación del solvente en la orofaringe, lo que hace frenar la inhalación a muchos pacientes. El uso de estos accesorios depende, entre otros factores, de las características individuales del enfermo y del número de disparos del cartucho que se realicen (tabla I).

Tabla de distribución del fármaco

	Depósito Oro faríngeo (%)	Depósito Pulmonar (%)
Cartucho presurizado	81	9
Cartucho presurizado con cámara (1 disparo)	17	21
Cartucho presurizado con cámara (varios disparos)	11	15

J. GINER ET AL.- NORMATIVA SOBRE LA UTILIZACIÓN DE FÁRMACOS
ARCHIVOS DE BRONCONEUMOLOGÍA. VOL. 36, NÚM. 1, 2000

Carga electrostática

El depósito pulmonar puede quedar en las paredes de la cámara principalmente por la carga electrostática. Los aerosoles permanecen suspendidos por periodos largos de tiempo dentro de las cámaras espaciadoras que son manufacturadas de materiales no-electrostáticos⁴⁰.

Ventajas

Las principales ventajas que aportan las cámaras de inhalación son:

- Disminuyen la aparición de candidiasis oral tras la administración de corticoides.
- Aumentan la distribución pulmonar de la medicación inhalada aunque el enfermo no realice correctamente la técnica.
- Obtención de efectos terapéuticos mejores que los conseguidos con nebulizadores, haciendo el proceso más simple, menos costoso, con menor riesgo de infección y, por tanto, representando una buena alternativa.

Inconvenientes

Entre otros, los inconvenientes que las cámaras de inhalación presentan son:

- Existen incompatibilidades entre los orificios de sus boquillas y los cartuchos presurizados.

Distintos modelos de cámaras de inhalación

Existen actualmente gran variedad de cámaras de diferente volumen, tamaño, manejabilidad y adaptabilidad a diversos cartuchos de inhalación, cuyas características se reflejan a continuación:

Aerocámara (Trudell). Cámara contenedora cilíndrica de 100 cm³ de capacidad, compatible con todo tipo de cartuchos. Puede adaptársele una pequeña máscara de silicona para niños, con una fina membrana que, al moverse, indica una buena inspiración. Compatible con todo tipo de cartuchos.

Babyhaler (Glaxo). Cámara contenedora diseñada para la administración de aerosoles a bebés y niños pequeños. Posee dos válvulas (una inspiratoria y otra espiratoria) y una mascarilla de silicona. Dispone de recambios de válvula. Utilizable sólo con productos propios.

DynaHaler (HealthScan, Aldo-Unión). Cámara espaciadora de pequeño tamaño. Utilizable con todo tipo de cartuchos presurizados.

Nebuhaler (Astra). Cámara extensora en forma cónica, con capacidad para 750 cm³, que posee una válvula unidireccional en la boquilla, lo que la convierte en una cámara contenedora del aerosol. Compatible únicamente con productos propios.

Nebuchamber® (Astra). Cámara espaciadora de acero inoxidable de 250 cm³, provista de válvula bidireccional y mascarilla nasofacial de silicona. Dispone de recambios de válvulas y mascarilla. Adaptable únicamente a los propios cartuchos. En México se dispone de las siguientes marcas en el mercado AeroChamber® y de Vortex®

Método de utilización

1. El paciente debe estar incorporado o semiincorporado, para permitir los movimientos del tórax con facilidad.
2. Destapar el cartucho, ponerlo en posición vertical (en forma de L) y agitarlo.
3. Acoplar el cartucho en el orificio de la cámara.
4. Efectuar espiración (vaciar el aire de los pulmones) lenta y profunda.
5. Efectuar una pulsación (disparar una dosis) del cartucho presurizado.
6. Inspirar profundamente el aire de la cámara a través del orificio adecuado para tal fin.
7. Retirar la cámara de la boca y aguantar la respiración durante unos 10 s.

8. Puede realizar una segunda inhalación lenta y profunda para asegurar el vaciado de la cámara y la aspiración y aprovechamiento total de la dosis administrada.
9. Si debe repetir una o más dosis de este u otro medicamento inhalado con la cámara, espere un mínimo de 30 s entre cada toma y repita el procedimiento desde el paso 2.
10. Tapar el cartucho y guardarlo en lugar seguro.

Mantenimiento y limpieza

Las cámaras de inhalación deben poder desmontarse en todas sus piezas y lavarse con agua templada y detergente suave, al menos una vez a la semana, secándolas perfectamente. Con lo que nos aseguramos de reducir la carga electrostática de las cámaras espaciadoras de plástico⁴⁰. La cámara debe montarse después de su lavado (las que sean desmontables). Las válvulas deben comprobarse antes de tomar el inhalador. Si éstas no están en buen estado, la cámara debe rechazarse. Reemplazar las cámaras cuando existan fisuras. Evitar guardar las cámaras en lugares en que puedan depositarse partículas de grasa, polvo, etc.

Utilización de la cámara en el paciente ventilado mecánicamente

La terapia inhalatoria mediante cartucho presurizado en el paciente ventilado mecánicamente es el método de elección, al igual que en los pacientes con respiración espontánea. Los pacientes con ventilación mecánica precisan la colocación de una cámara espaciadora en la parte distal del circuito inspiratorio, para reducir la impactación del fármaco en las paredes del tubo endotraqueal y poder coordinar el inicio de la inspiración con la administración del fármaco. Si, por el contrario, el paciente está sometido a ventilación mecánica no invasiva, se seguirán las mismas recomendaciones que para el paciente no ventilado¹³.

Métodos de utilización de los dispositivos de polvo seco

Fundamentos

Aunque originariamente la administración de fármacos en forma de polvo seco es casi tan antigua como el cartucho presurizado (hace unos 30 años aparecieron los primeros inhaladores para la administración de cromoglicato disódico en polvo, Spinhaler®) no ha sido hasta los últimos años cuando los dispositivos de polvo seco han adquirido un papel importante en la administración de fármacos por vía inhalatoria. Aspectos como el manejo incorrecto de los cartuchos presurizados en algunos pacientes, así como las implicaciones derivadas del uso de freones, han propiciado el desarrollo de nuevos dispositivos dispensadores en forma de polvo seco. En la actualidad se disponen de fármacos broncodilatadores y antiinflamatorios.

Los inhaladores en polvo seco generan aerosoles del tipo heterodisperso y el tamaño de las partículas que proporcionan oscila entre 1 y 2 micras. El fármaco en polvo, en algunos casos, es mezclado con aditivos como lactosa o glucosa, para facilitar su inhalación. Estos aditivos son de gran tamaño (20-25 micras), por lo que impactan en la orofaringe y no alcanzan las vías aéreas inferiores. El flujo inspiratorio ideal que precisan para una correcta inhalación del fármaco oscila entre 30 y 60 l/min⁻¹^{13,41}. La dosis que llega al pulmón es similar a la de los IDMp, y menos del 20% de la dosis inicial alcanza los pulmones. Se ha demostrado que si la técnica inhalatoria es la adecuada, no existe diferencia entre la administración de un determinado fármaco mediante IPS o IDMp⁴².

Presentación

Dependiendo del número de dosis del fármaco que proporcionan, pueden dividirse en dos grupos: *inhaladores de polvo monodosis y multidosis*.

Inhaladores de polvo monodosis.

Fueron los primeros que se presentaron. Se trata de cápsulas u óvulos con una sola dosis del fármaco. Las cápsulas y los óvulos son perforados por agujas al accionar el dispositivo.

Las formas comerciales con que se conocen son: Spinhaler®, Cyclohaler®, Aerolizer®, Berotec inhaletas®, Atrovent inhaletas®, Rotahaler® y Handihaler®

Inhaladores de polvo multidosis.

Estos dispositivos son los más novedosos y de mayor uso. Encontramos dos sistemas:

- Turbuhaler®. Proporciona 200 dosis de fármaco, no contiene aditivos y está formado por fármaco micronizado (terbutalina, budesonida o formoterol). El tamaño de las partículas es de alrededor de 1 micra. Las partículas de fármaco, al ser inhaladas, adquieren una alta velocidad gracias a las turbulencias creadas al pasar el aire por unos conductos en forma helicoidal, que dan el nombre al dispositivo.
- Accuhaler®. Conocido con este nombre en España, Diskus® en América. se ha presentado como la evolución del dispositivo Rotadisk®. El fármaco viene dispuesto en una tira autoenrollable en forma de blíster u óvulo. Cada vez que se acciona el gatillo del dispositivo, un óvulo es desplazado hacia la zona de inhalación y es agujereado simultáneamente. Proporciona un total de 60 dosis.

Ventajas de su utilización

Si la aparición de los cartuchos presurizados supuso una revolución en la administración de fármacos, los nuevos dispositivos de administración de fármacos en forma de polvo han supuesto un nuevo avance, especialmente debido al mayor aporte intrapulmonar que ofrecen y a la simplicidad de su uso.

Las ventajas que presentan se resumen seguidamente:

- Su eficacia clínica es igual o superior a la obtenida con los cartuchos presurizados.
- Facilidad de empleo, ya que no requieren ninguna técnica especial, con lo que desaparece el problema de coordinación pulsación-inspiración.
- Debido a lo reducido de su tamaño, resultan fáciles de transportar y discretos a la hora de utilizar.
- No utilizan gases propelentes contaminantes, en el caso del Turbuhaler® (excepto Oxis®/ Turbuhaler®), no contienen aditivos y se utiliza la sustancia activa pura.
- Presentan un indicador de dosis que informa de la cantidad de medicamento existente en el dispositivo⁴¹.
- Diversos estudios indican que son los preferidos por los pacientes.
- Pueden utilizarse en pacientes traqueostomizados y laringectomizados.

Inconvenientes

Para la utilización de los dispositivos de polvo seco hay que tener en cuenta una serie de consideraciones que podemos relacionar como inconvenientes:

- Precisan un flujo inspiratorio que oscila idealmente entre 30 y 60 l/m-1, por ello se ha cuestionado su utilización en niños menores de 5 años y en pacientes muy obstruidos.
- Precisan una inspiración voluntaria, por lo que no pueden utilizarse en pacientes inconscientes.
- Si se realiza una espiración en la boquilla se dispersa la dosis preparada para ser inhalada.
- Producen un elevado impacto orofaríngeo, por lo que aumentan los efectos secundarios locales.
- Algunos pacientes no aprecian la inhalación del fármaco.
- No son utilizables en pacientes sometidos a ventilación mecánica.

Métodos de utilización

Inhaladores de polvo monodosis:

1. Abrir el inhalador levantando la boquilla.
2. Colocar la cápsula en el orificio previsto para ello y cerrar el inhalador.
3. Con la boquilla hacia arriba apretar el pulsador hasta el fondo (se rompe la cápsula y la sustancia activa está lista para ser inhalada).
4. Expulsar el aire por la boca manteniendo el inhalador apartado de la misma.
5. Colocar la boquilla entre los dientes y cerrar los labios alrededor de la misma retirando la lengua.
6. Aspirar lento y profundo, incluso si es preciso, dos veces hasta lograr vaciar el contenido de la cápsula.
7. realiza pausa post-inspiratoria durante 10 segundos.
8. Levantar la boquilla, dar vuelta al inhalador y agitar hasta lograr que salga la cápsula.
9. Cerrar el inhalador y guardarlo en un lugar seco.

Sistema Turbuhaler®:

1. Desenroscar y retirar la capucha blanca que cubre el inhalador.
2. Sostener el inhalador en posición vertical.
3. Girar la rosca de la parte inferior del inhalador en sentido contrario al de las agujas del reloj.
4. A continuación girar dicha rosca en el sentido de las agujas del reloj. Tras dicho movimiento oír un “clic”.
5. realizar una espiración lejos del dispositivo.
6. Colocar la boquilla (parte superior del inhalador) entre los dientes y cerrar los labios sobre la misma.
7. Aspirar enérgicamente y realizar una apnea de 10 segundos.
8. Si debe repetir una o más dosis de este u otro medicamento inhalado, espere un mínimo de 30 s entre cada toma. Seguir el procedimiento desde el paso 2.
9. Colocar de nuevo la capucha blanca sobre el inhalador y guardarlo en un lugar seco.

Sistema Accuhaler®:

1. Deslizar el protector de la pieza bucal.
2. Pulsar (apretar) el gatillo lateral hacia abajo y hasta el tope.
3. Realizar una espiración lejos del dispositivo
4. Colocar los labios alrededor de la pieza bucal.
5. Aspirar profunda y enérgicamente.
6. Mantener la respiración unos 10 s.
7. Si debe repetir una o más dosis de este u otro medicamento inhalado, espere un mínimo de 30 segundo entre cada toma cerrar el dispositivo y repetir desde el paso 1
8. Tapar de nuevo la pieza bucal y guardarla en un lugar seco.

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 (ventanilla transparente) 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. 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.

RESPIMAT®

Dentro de los inhaladores de más reciente aparición, se encuentra el Respimat®, dispositivo desarrollado por Boehringer Ingelheim para suministrar inicialmente salbutamol / bromuro de Ipratropio Combivent®, Tiotropio(Spiriva®) en dosis de 5 microgramos/día. Cada pulsación del mecanismo libera 2.5 mcg, lo que quiere decir que se requieren 2 pulsaciones para suministrar la dosis completa, la que se administra cada 24 horas, preferiblemente a la misma hora del día³.

Aparte del tamaño de distribución de la partícula, la velocidad del aerosol es la más importante característica que influencia el depósito pulmonar⁴³. La duración del spray es también importante, como es afectada la coordinación de la inhalación y la actuación del inhalador. Ambas propiedades son determinadas por el inhalador⁴⁴.

El dispositivo no solo combina las características de un inhalador de dosis medida- en sentido estricto entrega una dosis- pero su impulsión no se deriva de la acción de un propelente- puesto que no lo tiene³. sino que el cartucho de carga una solución para inhalación transparente e incolora. Sin embargo, Respimat® no es un MDI ni un nebulizador sino un sistema novedoso de combinación de principios.

En lugar de propelentes, el sistema de inhalación de Respimat® emplea un mecanismo de resorte para empujar el líquido a través de la boquilla para generar una niebla “lenta” de aerosol que dura 1-1.5 segundos. Las cualidades del aerosol producido no dependen del propulsor ni del esfuerzo inspiratorio (a diferencia de los inhaladores de polvo seco).(1)El inhalador de niebla suave, es otro de sus nombres tiene una alta fracción de partícula fina, permitiendo que una alta proporción de la dosis emitida sea entregada en los pulmones⁴⁵, 39.2% versus 11.0 % con IDMp o 9.9% con IDMp mas espaciadora según Hochrainer et al⁴⁴.

El Respimat® no requiere una cámara espaciadora, ni fuente de energía eléctrica. La droga contenida en el cartucho está en forma de solución y no de suspensión, por lo que no es necesario agitar. El usuario tiene que pulsar un botón para accionar la dosis, por lo que la coordinación de pulsar y de inspirar sigue siendo necesaria. Esa sería probablemente la única dificultad para su uso, sin embargo, la velocidad del aerosol es mucho más lenta que la de un aerosol común, por lo que es más fácil de inhalar y hay menos impactación de partículas en las vías respiratorias superiores. Tiene una cámara muy pequeña, por lo que solo es útil para medicamentos de dosis baja³.

Indicaciones de uso de Respimat®

1. Gira el tambor o base transparente hasta “click”
2. Abre la tapa
3. Exhalación
4. Coloca la boquilla
5. Comienza la inhalación

6. Presiona el botón
7. Inhala lentamente
8. Apnea de 10 segundos
9. Debe esperar 30 segundos antes de repetir desde los pasos 1 a 8

CONCLUSIÓN

La decisión de escoger una ruta adecuada para la administración de medicamentos depende de diversos factores tales como la patología a tratar, la facilidad de acceso hacia el paciente, la colaboración de este en su tratamiento, y en muchos casos, la velocidad para alcanzar los objetivos terapéuticos propuestos al prescribir el fármaco³. La administración de fármacos por vía inhalatoria ha revolucionado la especialidad de neumología y ha contribuido a la mejoría de los pacientes con enfermedades de las vías aéreas. La posibilidad de utilizar fármacos en dosis muy pequeñas y de hacerlos llegar casi exclusivamente al lugar donde van a desarrollar su acción es una suma de conceptos que proporciona tranquilidad al paciente y al médico prescriptor¹³. Tranquilidad conjunta, en cuanto a que los efectos positivos serán rápidos y eficaces, contando con que los efectos indeseables serán mínimos.

Planteamiento del problema

¿Los médicos residentes y terapeutas respiratorios en formación, conocen los dispositivos de inhalación?

¿Los médicos residentes y terapeutas respiratorios demuestran un uso correcto de los dispositivos de inhalación?

Justificación

Dado que se ha demostrado que el tratamiento inhalado es la piedra angular en el tratamiento del asma y EPOC y que los pacientes frecuentemente usan sus dispositivos de inhalación de forma incorrecta (46-59% lo usan de forma adecuada), es necesario que los médicos que prescriben estos medicamentos tengan el conocimiento suficiente para la adecuada capacitación a los pacientes.

Proponemos el presente estudio que evaluará el conocimiento y destreza del personal médico y de terapia respiratoria en formación sobre el uso de los diferentes dispositivos de inhalación.

Hipótesis

No requiere hipótesis por ser un estudio observacional (no habrá intervención)

Objetivo General

Evaluar el conocimiento y destreza de los médicos residentes y técnicos en terapia respiratoria en formación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, en cuanto al uso de dispositivos de inhalación.

Objetivos específicos

1. Comparar el conocimiento sobre el uso de los dispositivos de inhalación según la especialidad y el grado académico.
2. Mencionar los errores más comunes del uso de los dispositivos.
3. Identificar qué dispositivo es con el que se encuentran más familiarizados y menos familiarizado.

Material y método

Diseño del estudio

Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo, transversal.

Descripción general del estudio

Se evaluará con una rubrica diseñada para el presente estudio (Anexo I), los pasos correctos de la técnica de inhalación de cinco dispositivos (inhalador de dosis medida, inhalador de dosis medida más cámara espaciadora y pieza bucal, Handihaler, Turbohaler®, Diskus® y Respimat®) a todos los médicos residentes del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de las áreas de Neumología, Neumología Pediátrica, Alergología e Inmunología, y estudiantes de Terapia Respiratoria.

El personal evaluado deberá decir y hacer correctamente y en el orden adecuado los pasos para el uso de los dispositivos de inhalación. Se dará un puntaje específico a cada paso de cada uno de los dispositivos, obteniéndose un puntaje final.

Dicho puntaje permitirá comparar el conocimiento sobre el uso de los dispositivos de inhalación según la especialidad y el grado académico, mencionar los errores más comunes del uso de los dispositivos e identificar qué dispositivo es con el que se encuentran más familiarizados y menos familiarizados.

Muestra

No se requiere calculo de muestra por el tipo de estudio de que se trata.

Se aplicaron encuestas a todos los residentes y estudiantes de terapia respiratoria que se encontraban en el instituto durante los meses que se realizó el estudio.

Procedimiento:

A cada residente encuestado se le evaluará con una encuesta conteniendo 2 partes: la primera un cuestionario sobre sus conocimientos sobre dispositivos de inhalación, la segunda se le aplica una rubrica sobre el uso correcto de los siguientes inhaladores: inhalador de dosis medida, inhalador de dosis medida mas pieza bucal, inhalador de dosis medida más cámara espaciadora, Diskus® (Accuhaler®), Handihaler®, Turbohaler® y Respimat®, se le dará un dispositivo y deberá explicar de forma verbal (conocimiento)y mostrar cómo se hace (destreza), cada paso y de manera secuencial, siendo verificado y calificado por el médico evaluador, haciendo anotaciones en cada rubrica.

Se asignará a cada columna de la rúbrica un valor (0=no lo dijo y no lo hizo; 1=lo dijo pero no lo hizo; 1=lo hizo pero no lo dijo; 2=lo dijo y lo hizo), se sumarán todos los pasos y se otorgará una calificación por cada dispositivo la cual permitirá comparar los resultados obtenidos entre cada individuo. Posteriormente, se comparará también como grupos entre los distintos años y por último entre especialidades.

Criterios de inclusión

Residentes del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de las especialidades de Neumología, Neumología Pediátrica, Alergología e Inmunología y técnicos de terapia respiratoria en formación.

Criterios de exclusión

1. Médicos rotantes de otros hospitales o instituciones que se encuentren rotando en el INER.
2. Médicos residentes del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias que se encuentren en otras áreas distintas a las mencionadas (medicina nuclear, otorrinolaringología).

Criterios de Eliminación

1. Residentes o técnicos de terapia respiratoria en formación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias que no acepten participar en el estudio de forma voluntaria.
2. Residentes o técnicos de terapia respiratoria en formación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias que estén rotando fuera del instituto.
3. Residentes o técnicos en formación que se encuentren de vacaciones.

Definición de Variables.

<i>Variable</i>	<i>Definición Conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Indicador</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Escala de medición</i>
Dispositivos de inhalación	Son aparatos utilizados para generar aerosoles de partículas líquidas u solidas	Conocimiento que se tiene de su uso correcto	Inhalador de dosis medida Turbohaler Diskus/Accuhaler Handihaler Respimat Camara espaciadora	Cualitativa independiente	Nominal
Inhalador de dosis medida	Dispositivos de producción de aerosol, que utilizan un gas propelente	Dispositivo MDI	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal
Turbohaler	Dispositivo que posee un reservorio de polvo que permite múltiples dosis	Turbohaler/ simbicort®	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal
Diskus	Dispositivo de polvo seco de múltiples dosis	Diskus/ accuhaler	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal
Handihaler	Dispositivo de polvo seco de monodosis	Handihaler/ spiriva®	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal
Respimat	Dispositivo que combina las características de un inhalador de dosis medida sin propelente	Respimat®	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal
Cámara espaciadora	Son aparatos diseñados para ayudar a mejorar la eficiencia en el uso de los cartuchos presurizados.	Aerochamber®/ Vortex®	-No lo dijo y no lo hizo -Lo dijo y no lo hizo -Lo hizo y no lo dijo -Lo dijo y lo hizo	Cualitativo dependiente	Nominal

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	indicador	Tipo de variable	Escala de medición
Neumología	Disciplina que profundiza en la metodología de estudio para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los padecimientos del aparato respiratorio, los cuales pueden ser agudos y crónicos, infecciosos, neoplásicos, y degenerativos, entre otros, con duración de cuatro años		1er año 2do año 3er año 4to año	Cualitativa dependiente	Nominal
Neumología Pediátrica	Disciplina que aborda el estudio de las enfermedades genéticas, congénitas y adquiridas del aparato respiratorio en la edad pediátrica, con duración de dos años		1er año 2do año	Cualitativa dependiente	Nominal
Alergología e Inmunología	Especialidad médica que se orienta hacia el estudio de los padecimientos de fondo inmune a nivel celular.		1er año 2do año	Cualitativa dependiente	Nominal
Terapia respiratoria	La Escuela de Formación Técnica del INER, es el principal centro de formación de recursos humanos especializados en terapia respiratoria,		1er año 2do año	Cualitativa dependiente	Nominal

Estadística

Para resumir las variables cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y relativas, mientras que para las variables cuantitativas se utilizó el promedio y desviación estándar o, en caso de no tener una distribución normal, mediana y extremos. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para distribución no paramétrica. En todos los casos se considerará un valor de $p < 0.05$ a dos colas para significancia estadística.

RESULTADOS

Se aplicaron encuestas a 109 médicos en formación y estudiantes de Terapia respiratoria, la primera parte consistía en 5 preguntas y la segunda parte se aplicó la rúbrica para cada uno de los dispositivos. Los profesionales encuestados se dividieron de la siguiente forma: Terapia respiratoria 14 (12.84 %), Neumopediatría 14 (12.84%), Neumología 76 (69.72 %), Alergología 5 (5.9 %) (4.59) TABLA 1. La distribución por grado académico se muestra en la Tabla 2.

En relación a la pregunta 1 ¿has recibido algún curso o entrenamiento previo sobre dispositivos? el 58% del grupo menciona nunca haber recibido un curso o entrenamiento formal sobre el uso de dispositivos, la distribución por especialidad se muestra en la tabla 3.

Pregunta 2 ¿de quién has recibido información? Las dos respuestas más comunes fue, que habían recibido información de otros residentes de mayor jerarquía o bien de forma autodidacta a través de, lectura de literatura médica y/o videos de internet 51.38 %, y solo 44% habían recibido una clase formal, la descripción del total de respuestas se muestra en la tabla 4, Grafico 2. Aclarando que en muchas ocasiones los encuestados dieron más de una respuesta.

Pregunta 3. ¿Al explicar a tu paciente le enseñas con entrenadores o dispositivos? La respuesta global fue que el 68% explican con dispositivos la técnica de aplicación, el grupo que más explica de esta forma fue alergología con el 100%, Neumología pediátrica con 82%, neumología 68% y el grupo que menos utiliza los dispositivos físicamente al entrenar al paciente es el grupo de terapia respiratoria con 42%. Tabla 5

Pregunta 4 ¿con cuál dispositivo te sientes más familiarizado? el grupo de Terapia Respiratoria se siente más familiarizado con dispositivo MDI que le represento un 71.43%, neumología pediátrica MDI con espaciador más mascarilla fue del 92.86% y Diskus® 100%, neumología tiende a estar más familiarizado o cómodo al momento de explicar con MDI (40%) y Diskus® 28% y alergología prefirió el turbohaler® con un 100% y MDI con espaciador más mascarilla dando un 40%.

Después de aplicar las rubricas de todos los dispositivos la pregunta final fue: ¿crees que necesitas un curso formal o entrenamiento? El 100% de todos los grupos contestaron que si lo necesitaban.

Tabla 17 Muestra las calificaciones de cada dispositivo obtenidas por cada una de las especialidades, terapia respiratoria obtuvo las mejores calificaciones con el IDMp con una mediana e intervalo intercuartilar ICC de 6.81 (6.25-7.08); neumología pediátrica fue con IDMp + cámara espaciadora con mascarilla 7.58 (± 1.09), la especialidad de neumología el mejor evaluado fue el Diskus® con 7.14 (5-8.75) y Alergología también obtuvo la mejor calificación el Diskus® 5.71 (5.71-7.14) además de IDMp + cámara espaciadora con pieza bucal 5.71 (5-6.42)

Se agruparon a los residentes por grado académico para formar grupos, sin importar la especialidad y de esta forma evaluar sus calificaciones.

El dispositivo mejor evaluado es el Diskus® (5.71 para primer año, 6.42 segundo año, 7.5 tercer año y 7.85 cuarto año) en todos los años, y el peor dispositivo evaluado en primer año fue el Respimat®, en segundo año son los IDMp + cámara espaciadora con pieza bucal, tercer año también mostro dificultades con los IDMp+ cámara espaciadora con pieza bucal sumándose además la cámara espaciadora con mascarilla, cuarto año también mostro problemas con este último dispositivo. Tabla 17

De forma arbitraria consideramos una calificación satisfactoria por arriba de 8, sin embargo ningún grupo logro alcanzar este puntaje en ninguno de los dispositivos, consideramos un conocimiento deficiente entre 6 y 8 de calificación, los médicos de primer año no alcanzaron en ningún dispositivo calificación de 6, el grupo de segundo año solo logro obtener calificación deficiente (6 a 8) en Diskus®, para tercer año obtuvieron calificación por arriba de 6 en MDIp, Turbohaler®, Diskus® y Handihaler®, y el grupo de cuarto año obtuvo calificación por arriba de 6 en MDIp, Turbohaler®, Diskus® y Handihaler®.

Discusión

Se aplicaron 109 encuestas a médicos residentes y estudiantes de terapia respiratoria de un total de 130 profesionales en formación que corresponde al 83.8% de la población por lo tanto podemos decir que se trata de una muestra representativa.

Se encuestó al 100% de los estudiantes de terapia respiratoria y de Neumología pediátrica, de neumología se les aplicó la encuesta a 76 de 96 residentes representando el 80% y Alergología se encuestó a 5 de 6 residentes (83%).

A la primera pregunta de si habían recibido algún curso o entrenamiento sobre dispositivos, el 58% del grupo menciona nunca haber recibido un curso o entrenamiento sobre el uso correcto de los inhaladores. Es importante señalar que ninguna universidad con la carrera de medicina contempla en su currícula el tema de terapia respiratoria, el grupo más alto con respuesta afirmativa fue el grupo de terapia respiratoria, que al contrario de los residentes, ellos si tienen programadas clases sobre el tema dentro de su programa académico.

En estudios previos⁵⁰⁻⁵² que han evaluado el conocimiento de técnicos en terapia respiratoria, enfermeras y médicos, se ha encontrado, que el mayor puntaje lo tienen los terapeutas respiratorios (67% de aciertos), seguido por los médicos (48%) y finalizando con las enfermeras (39%). Se supone que dicha diferencia se da ya que ellos reciben educación formal sobre dispositivos de inhalación, lo que hace notar la importancia del rol del personal no médico en el uso de dispositivos de terapia inhalada.

A la pregunta 2 ¿De quién has recibido información? El 51.38% menciona que la información fue adquirida de forma autodidacta, a través de lectura médica, lo cual consideramos es adecuado, siempre y cuando las referencias sean confiables, o bien a través de internet, sin embargo el riesgo es de que esta información no siempre tiene un buen sustento científico, un porcentaje similar menciona que obtiene sus conocimientos de residentes de jerarquía mayor lo cual es de llamar la atención ya que los residentes de mayor jerarquía tampoco demostraron conocimiento o habilidades adecuadas, por lo tanto esto favorece que los errores se sigan perpetuando.

En el estudio de Hanania⁵⁰ se evaluó la principal fuente de conocimiento, reportando que de las enfermeras es la de tipo educativo formal durante la escuela (70%), no así para los técnicos de terapia respiratoria (solo 30%) ni los médicos (43%). Así mismo, la mayoría del conocimiento se recibe de la observación y/o de la lectura de folletos que brinda la farmacéutica.

A la pregunta 3 ¿al explicar a tu paciente le enseñas con entrenadores o dispositivos? Un 68% menciono que explicaba con dispositivos cuando debería ser la totalidad de los encuestados, es importante señalar que las encuestas fueron aplicadas a 4 meses de haber iniciado la residencia medica, y a pesar de tener un deficiente conocimiento y habilidad de los diversos dispositivos de inhalación, los residentes se encuentran recetando dichos medicamentos inhalados y explicando su uso a los pacientes.

La demostración de la técnica inhalatoria por un profesional de la salud, quien pueda proveerle instrucción individualizada, deberá ser considerando el mínimo necesario para el entrenamiento inhalatorio 49.

A la pregunta ¿con que dispositivo te sientes más familiarizado? La respuesta de cual dispositivo se sienten más familiarizado fue contrastada con la calificación que obtuvieron en el manejo de ese mismo dispositivo, con los siguientes resultados: Los estudiantes de terapia respiratoria refirieron sentirse más familiarizados con el IDMp y obtuvieron una calificación de 6.87 al aplicar la rubrica. Neumología pediátrica menciona que el dispositivo con el que se sienten mas familiarizado fue la cámara espaciadora (92.86%)obteniendo 7.58 de calificación y el Diskus® obtuvo una calificación de 6.42, neumología refirió estar más familiarizado con IDMp (40.79%) y el Diskus®(28%)con calificaciones de 6.25 y 7.14 respectivamente; Alergología obtiene 4.16 con el turbohaler® y con IDMp mas cámara espaciadora con mascarilla 3.62; con lo cual observamos que la percepción y la realidad en el conocimiento y manejo correcto de estos dispositivos por parte de dichos grupos no es comparable en algunos casos.

Una vez que se terminó de aplicar las rubricas sobre todos los dispositivos se les pregunto si ellos consideraban que necesitaban un curso o entrenamiento sobre dispositivos y el 100% de los encuestados solicito dicho curso.

La importancia del conocimiento del uso de inhaladores, se refleja en el bajo porcentaje de pacientes que lo usan correctamente: estudios han mostrado cifras variables, del 24 al 89% de los pacientes tienen una mala técnica al usar por ejemplo, el MDI ⁴⁶⁻⁴⁸; recientemente en un estudio realizado por Giraud V et al ⁴⁹ demostró que solo un cuarto de los pacientes tenían una técnica inhalatoria adecuada. También demostraron que los pacientes que tienen una técnica inhalatoria incorrecta, tienen dos veces más probabilidades de tener pobre control del asma, definido por el puntaje de ACT (Prueba de Control de Asma). Además el mejorar dicho aspecto, mejora la adherencia al tratamiento prescrito, a su vez mejora el control del asma ⁴⁹. La frecuente inhabilidad del personal médico y no médico en el uso de dispositivos de inhalación, ha dado como resultado una pobre instrucción al paciente y como consecuencia, una mala técnica de aplicación⁵⁰.

En algunas evaluaciones⁵⁰, las preguntas que más frecuentemente han sido contestadas incorrectamente son las referentes a mantenimiento de dispositivos como el turbuhaler® y el aerochamber® y el tiempo que deben esperar entre una inhalación y otra con MDI. Por ejemplo, un error muy común es no esperar el tiempo necesario entre un puff y el segundo, aunado a que la dosis prescrita del medicamento incluya aplicar varios puff para una sola dosis total, esto hace que hay más riesgo de error en la aplicación. También al aplicar los dispositivos en polvo seco, un error común es la rotación doble del dispositivo, lo que hace que se cargue doble dosis y se desperdicie una⁵⁰.

Para mejorar dicho aspecto, se ha sugerido educar principalmente al personal médico^{48,9}, así como hacer dispositivos más fáciles de usar con herramientas que instruyan su uso como son videos y folletos. De cualquier forma, pocos estudios han evaluado la habilidad del personal médico en el uso de dispositivos de inhalación y los datos son no concluyentes⁵⁰.

Conclusiones

1. Los profesionales en formación deben recibir entrenamiento en cuanto inician la residencia a través de clases formales, ya que desde el primer día de la residencia prescriben medicamentos inhalados y explican el uso de los diversos dispositivos.
2. Todos los consultorios del instituto ya sea consulta externa o urgencias deberían contar con entrenadores o dispositivos para el correcto entrenamiento del paciente.
3. La perspectiva de los conocimientos y habilidades es muy diferente a la realidad en cuanto a conocimiento y no son comparables.
4. Los profesionales de la salud de todos los grados académicos mostraron conocimientos deficientes en todos los dispositivos evaluados.
5. La inhabilidad del personal médico y no médico en el uso de los dispositivos de inhalación repercute en una pobre instrucción al paciente y como consecuencia una mala técnica de aplicación.
6. El conocimiento de una técnica de inhalación para la demostración al paciente es igual de importante que la correcta elección del fármaco para la enfermedad de que se trate.
7. El paciente debe recibir tratamiento entrenamiento y reentrenamiento cada vez que acude a consulta.
8. Al término del estudio el 100% de los encuestados mencionaron que requieren entrenamiento al respecto.

ANEXOS 1

TABLAS DE DISPOSITIVOS DE INHALACION

TOTAL DE ENCUESTADOS

ESPECIALIDAD	n	%
Terapia Respiratoria	14	(12.84)
Neumopediatría	14	(12.84)
Neumología	76	(69.72)
Alergología	5	(4.59)
Total	109	(100)

Tabla 1. Muestra los estudiantes

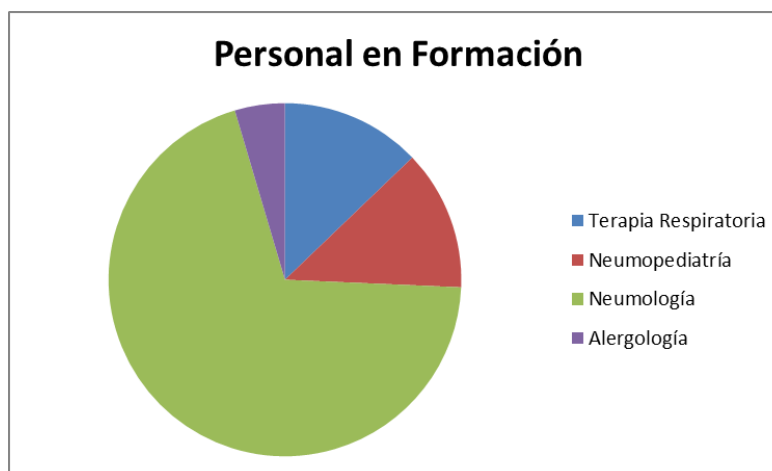


Grafico 1

NUMERO DE ESTUDIANTES POR ESPECIALIDAD Y AÑO DE FORMACION

ESPECIALIDAD	AÑO ACADEMICO	NUMERO	PORCENTAJE %
TERAPIA RESPIRATORIA	PRIMER AÑO	8	57.14
	SEGUNDO AÑO	6	42.86
NEUMOLOGÍA PEDIATRICA	PRIMER AÑO	8	42.86
	SEGUNDO AÑO	6	57.14
NEUMOLOGÍA	PRIMER AÑO	12	15.79
	SEGUNDO AÑO	20	26.32
	TERCER AÑO	20	26.32
	CUARTO AÑO	24	31.58
ALERGOLOGÍA	PRIMER AÑO	2	40
	SEGUNDO AÑO	3	60

TABLA 2. Se muestra la distribución por grado académico

TABLA 3. ¿Has recibido algún curso o entrenamiento sobre dispositivos?

	NÚMERO DE ENCUESTADOS	%
GLOBAL	64	58.72
TERAPIA RESPIRATORIA	10	71.43
NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA	7	50
NEUMOLOGÍA	26	34.21
ALERGOLOGÍA	2	40

Tabla 3. Muestra el número global y por especialidad de los encuestados que han recibido curso o entrenamiento

2. ¿De quién has recibido información?

TABLA 4 Obtención de la información por parte de los encuestados

INFORMACION	n	%
NO HA RECIBIDO	3	(2.75)
RESIDENTES	56	(51.38)
CLASE FORMAL	49	(44.95)
FARMACEUTICA	23	(21.10)
AUTODIDACTA	56	(51.38)
OTRO	22	(20.18)



Gráfico 2. Muestra cómo han obtenido información los encuestados

3. Al explicar a tu paciente ¿Le enseñas con entrenadores o dispositivos?

	NUMERO	PORCENTAJE %
GLOBAL	75	68.81
TERAPIA RESPIRATORIA	6	42.86
NEUMOPEDIATRIA	12	85.71
NEUMOLOGIA	52	68.71
ALERGOLOGIA	5	100

TABLA 5. Muestra el número y porcentaje de residentes y estudiantes que explican a sus pacientes con dispositivos



Grafico 3. Porcentaje de encuestados por especialidad que le explican al paciente con entrenadores o dispositivo

4. ¿Con qué dispositivo te sientes más familiarizado?

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA presurizado (IDMp)

ESPECIALIDAD	#	%
TERAPIA RESPIRATORIA	10	71.43
NEUMOPEDIATRIA	1	7.14
NEUMOLOGÍA	31	40.79
ALERGOLOGÍA	0	0

Tabla 6. Inhalador de dosis medida presurizado

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA presurizado (IDMp) + PIEZA BUCAL

ESPECIALIDAD	NUMERO	%
TERAPIA RESPIRATORIA	0	0
NEUMOPEDIATRIA	0	0
NEUMOLOGÍA	1	1.32
ALERGOLOGÍA	2	40

Tabla 7. Inhalador de dosis medida más espaciador con pieza bucal

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA presurizado (IDMp) + MASCARILLA

ESPECIALIDAD	FAMILIARIZADO	
	NUMERO	%
TERAPIA RESPIRATORIA	0	(0)
NEUMOPEDIATRIA	13	(92.86)
NEUMOLOGÍA	4	(5.46)
ALERGOLOGÍA	2	(40)

Tabla 8. Inhaladores de dosis medida más espaciador con mascarilla

DISPOSITIVO DE POLVO SECO DE MULTIPLES DOSIS TURBUHALER®

ESPECIALIDAD	FAMILIARIZADO	
	NUMERO	%
INHALOTERAPIA	0	(0)
NEUMOPEDIATRIA	0	(0)
NEUMOLOGÍA	15	(19.74)
ALERGOLOGÍA	5	(100)

Tabla 9. Dispositivo de polvo seco de dosis múltiples Turbohaler®

DISPOSITIVO DE POLVO SECO DE MULTIPLES DOSIS DISKUS[®]

	FAMILIARIZADO	
	n	%
INHALOTERAPIA	3	(21.43)
NEUMOPEDIATRIA	14	(100)
NEUMOLOGÍA	22	(28.95)
ALERGOLOGÍA	0	(0)

Tabla 10. Dispositivo de polvo seco de múltiples dosis DISKUS[®]

DISPOSITIVO DE POLVO SECO MONODOSIS SPIRIVA[®]

	FAMILIARIZADO	
	n	%
INHALOTERAPIA	0	(0)
NEUMOPEDIATRIA	0	(0)
NEUMOLOGÍA	14	(18.42)
ALERGOLOGÍA	0	(0)

Tabla 11. Dispositivo de polvo seco monodosis SPIRIVA[®]

INHALADOR EN PARTICULA FINA RESPIMAT®

	FAMILIARIZADO	
	n	%
INHALOTERAPIA	0	(0)
NEUMOPEDIATRIA	0	(0)
NEUMOLOGÍA	13	(17.11)
ALERGOLOGÍA	0	(0)

Tabla 12. Inhalador en partícula fina RESPIMAT®

5. ¿Crees que necesitas un curso formal o entrenamiento?

ESPECIALIDAD	NUMERO	%
INHALOTERAPIA	14	100
NEUMOPEDIATRIA	14	100
NEUMOLOGÍA	76	100
ALERGOLOGÍA	5	100

Tabla 13. Porcentaje de estudiantes que solicitan un curso formal de dispositivos de inhalación

DISPOSITIVOS	NUMERO	PORCENTAJE %
MDIp	48	44.04
MDIP+ Pieza Bucal	65	59.6
MDI + Mascarilla	79	72.48
Turbohaler®	62	56.88
Diskus®	13	11.93
Handihaler®	48	44.04
Respimat®	63	57.08

Tabla 14. Conocen el nombre correcto del dispositivo

Dispositivos	MEDIA	MEDIANA PC50	PC25	PC75
MDIp	6.146	6.25	5.41	7.08
MDIP+ Pieza Bucal	4.20	5	2.85	5.71
MDI + Mascarilla	4.53*	2.41*	0**	10***
Turbohaler®	4.62	5	2.5	6.66
Diskus®	6.50	6.42	5.71	7.85
Handihaler®	5.58	5.76	4.61	6.92
Respimat®	4.51	5.55	2.22	6.76

*DE, **mínimo, ***máximo

Tabla 15. Descripción de las calificaciones obtenidas por los profesionales en formación de todos los dispositivos.

DISPOSITIVOS	Terapia Respiratoria	Neumología pediátrica	Neumología	Alergología	Valor p
MDIp	6.87(6.25-7.08)	6.25(5.41-7.08)	6.25(5.41-7.08)	5(4.16-5)	0.0249**
MDIP+ Pieza Bucal	5.71 (5-6.42)	6.42(5.71-7.85)	3.57(1.07-5)	5.71(5-6.42)	0.0001**
MDI + Mascarilla	6.20 (± 0.89)*	7.58(±1.09)*	3.72 (±2.20)*	3.62 (0-5.62)*	0.0001**
Turbohaler®	0.83(0-5)	5(3.33-6.66)	5(.16-7.08)	4.16(2.5-.16)	0.0114**
Diskus®	6.42(5.71-7.14)	6.42(5-7.14)	7.14(5-8.75)	5.71(5.71-7.14)	0.5483
Handihaler®	4.61(4.61-5.38)	4.23(3.46-6.53)	6.53(5.38-7.5)	5.38(4.61-5.76)	0.0002**
Respimat®	2.22(0-5.55)	3.33(1.11-5.55)	5.55(3.33-6.66)	4.44(4.44-5.55)	0.1179

*Media ± DE, ** Estadísticamente significativo

Tabla 16. Calificacionesobtenidas para cada dispositivo por las distintas especialidades

DISPOSITIVOS	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO	Valor p
MDIp	5.62(5-6.66)	5.83(5-7.08)	6.66(6.04-6.87)	7.08(6.25-7.5)	0.0066**
MDIP+ Pieza Bucal	5(0-6.42)	4.28(0.71-5.71)	4.28(2.85-5.35)	5(3.92-6.42)	0.045
MDI + Mascarilla	4.47(±3.09)*	4.53(±2.61)*	4.28(±1.01)*	4.81(±2.03)*	0.62
Turbohaler®	2.91(0-5)	4.61(1.66-6.66)	6.25(4.16-7.08)	6.66(5-7.91)	0.0001**
Diskus®	5.71(5-7.14)	6.42(5-7.14)	7.5(6.07-8.57)	7.85(7.14-8.57)	0.0002**
Handihaler®	4.42(3.46-5.38)	5.38(4.61-6.53)	6.92(6.15-7.5)	7.0(6.92-7.88)	0.0001**
Respimat®	2.71(0-5.55)	4.44(0-5.55)	6.38(5.27-6.66)	6.66(5.55-7.77)	0.0001**

*Media ±DE

**Estadísticamente significativo

Tabla 17.Descripción de las calificaciones obtenidas por los profesionales en formación para cada dispositivo según el año academico

Bibliografía

1. Fernández TA CC. Depósito pulmonar de partículas inhaladas Arch Bronconeumol 2012;48:240-6.
2. Labiris N DM. Pulmonary drug delivery. Part I: Physiological factors affecting therapeutic effectiveness of aerosolized medications Br J Clin Pharmacol 2003;56:588-99.
3. W CG. Inhaloterapia. 2da ed. Colombia: El Manual Moderno; 2011.
4. MA A-V. Taller y educación para el uso de los dispositivos inhalatorios. Agefec. La Coruña: Agefec.
5. Findeisen W UdAK. in der Luft suspendierter Teilchen in der menschlichen Lunge bei der Atmung. Arch Ges Physiol 1935;236:367-79.
6. HD L. On the removal of air-borne droplets by the human respiratory tract: 1 The lung Bull Math Biophys 1950;12:43-51.
7. CN D. A formalized anatomy of the human respiratory tract. Oxford: Pergamon Press; 1961.
8. ER W. Morphometry of the human lung. Berlin Springer-Verlag 1963.
9. Tena AF CP, Marcos A, Barrio R. Analysis of the fluid dynamic characteristics of the obstructive pulmonary disease using a three-dimensional CFD model of the upper conductive-zone of the lung airways2011.
10. Consenso SEPAR- ALAT. Arch Bronconeumol 2013;48:240-6.

11. JN P. Particle growth in the airways and the influence of airflow. Bussum Medicom; 1987.
12. Sbilea-Apiou G KI, Caillibotte G, Martonen T, et al Deposition mechanics of pharmaceutical particles in human airways New York, USA: Informa Healthcare; 2007.
13. Normativa sobre la utilización de fármacos inhalados. Arch Bronconeumol 2000;36:34-43.
14. MA D. Influence of inspiratory flow rate, particle size, and airway caliber on aerosolized drug delivery to the lung. Respir Care 2000;45:597-608.
15. De Rochefort L VL, Fodil R, Maitre X, et al In vitro validation of computational fluid dynamic simulation in human proximal airways with hyperpolarized 3He magnetic resonance phase-contrast velocimetry. J Appl Physiol 2007:2012-23.
16. Lippmann M YD, Albert RE. Deposition, retention and clearance of inhaled particles. Br J Ind Med 1980:337-62.
17. Lange CF FW. Overcoming the adverse effect of humidity in aerosol delivery via pressurized metered-dose inhalers during mechanical ventilation. Am J Resp Crit Care Med 2000;161:1614-8.
18. García Ríó F PSC, Villamar León J, et al Aerosoles, inhaladores, nebulizadores y humidificadores. Bases teóricas y aplicaciones prácticas de la inhaloterapia y la ventiloterapia. Medicine 1997;7:1779-85.

19. Basbaum CB FW. Mucus-secreting cells of the airways. New York Marcel Dekker; 1989.
20. Gail DB LJ. Cells of the lung: neology and clinical implications. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:366-87.
21. Sevilla-Sánchez D S-MD, Soler-Pocar N. Utilidad de los macrólidos como antiinflamatorios en las enfermedades respiratorias *Arch Bronconeumol* 2010;46:244-54.
22. DD B. Free cels in the lungs - some aspects of their role, quantitation and regulatory. *Arch Int MEd* 1970;126:477-87.
23. Folkesson HG MM, Westrom BR, et al Alveolar epithelial clearance of protein *J Appl Physiol* 1996;80:1431-45.
24. Castair JR NA, Barnes PJ. Autoradiographic visualization of beta-adrenoceptor subtypes in human lung. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:541-7.
25. Mak JCW BP. Autoradiographic visualization of muscarinic receptor subtypes in human and guinea pig lung *Am Rev Respir Dis* 1990;141:1559-68.
26. Kraft M DR, Wilson S, Holgate ST Alveolar tissue inflammation in asthma. *Am J Resp Crit Care Med* 1996;154:1505-10.
27. Carroll N CC, James A. The distrubution of eosinophils and lymphocytes in the large and smalla irways of asthmatics *Eur Respir J* 1997;10:292-300.
28. David PB DM, Konstan MW. Cystic fibrosis. *Am J Resp Crit Care Med* 1996;154:1229-56.

29. Anderson PJ BJ, Brain JD, Feldman HA. Effect of cystic fibrosis on inhaled aerosol boluses. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1317-24.
30. Dolovich MA MN, Anderson PJ, et al consensus statement: aerosols and delivery devices. *American Association for Respiratory Care* 2000;45:589-96.
31. Laube BL JH, de Jongh FH, et al What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. *Eur Respir J* 2011;37:1308-31.
32. R D. Basic techniques for aerosol delivey during mechanical ventilation *Respir Care* 2004;49:611-22.
33. Cortés-Téllez A G-TR. Aerosoles: fármacos y los dispositivos para su administración *Neumol Cir Torax* 2013;72:164-74.
34. Altshuler B YI, Palmes ED. Aerosol deposition in the human respiratory tract *Arch Environ Health* 1957;15 292-303.
35. Hendeles L CG, Meyer EJ. Withdrawal of albuterol inhalers containing chlorofluorocarbon propellants. *N Engl J Med* 2007;356:1344-51.
36. M D. New delivery systems and propellants. *Can Respir J* 1999;6:290-5.
37. C L. Targeting inhaled steroids *Int J Clin Pract Suppl* 1998;96:23-7.
38. Leach CL BT, Boudreau RJ Two-dimensional and three dimensional imaging show ciclesonide has high lung deposition and periferal distribution: a nonrandomized study in healthy volunteers *J Aerosol Med* 2006;19 117-26.

39. Newman SP CS. Therapeutic aerosols 1- physical and practical considerations Thorax 1983;38:881-6.
40. Rau JL CD, Nagel MW, et al The importance of nonelectrostatic materials in holding chambers for delivery of hydrofluoroalkane albuterol. Respir Care 2006;51:503-10.
41. Labiris N DM. Pulmonary drug delivery. Part II: The role of inhalant devices and drug formulations in therapeutic effectiveness of aerosolized medications Br J Clin Pharmacol 2003;56:600-12.
42. Newhouse MT KA. Condensation due to rapid, large temperature (t) changes impairs aerosol dispersion from Turbohaler (T). Am J Resp Cell Moll Biol 2000;161:A35.
43. J H. Ablagerungen von Aerosolteilchen im Atemtrakt des Menschen. Dustri-Berlag: München; 1990.
44. Hochrainer D HH, Kreher C. Comparasion of the aerosol velocity and spray duration of Respimat soft Mist inhaler and pressurized metered dose inhalers. J of Aerosol Med 2005;18:273-82.
45. Newman SP SK, Reader SJ. Efficient delivery to the lungs of flunisolide aerosol from a new portable hand-held multidose nebuliser. J Pharm Sci 1996;85:960-4.
46. Allen SC PA. What determinates whether an elderly patitnt can use a metered dose inhalaer correctly? Br J Dis Chest 1986;8:45-9.

47. Shim C vMJ. The adequacy of inhalation of aerosol from canister nebulizers Am J Med 1980;69:891-4.
48. Kelling JS SK, Smith RL, Altose MD. Physician knowledge in the use of canister nebulizers. Chest 1983;83:612-14.
49. Giraud V AFRN. Inhaler technique and asthma: Feasibility and acceptability of training by pharmacists. Respiratory Medicine 2011;105:1815-22.
50. Hanania NA WR, Kesten S. Medical personnel's knowledge of and ability to use inhaling devices Chest 1994;105:111-6.
51. Guidry GG BW, Stogner SW, George RB. Incorrect use of metered dose inhalers by medical personnel Chest 1992:31-3.
52. Interiano B GK. Metered dose inhalers: do health care providers know what to teach? Arch Intern Med 1993;153:81-5.
53. Di Benedetto G CS. Inhalation therapy in asthma. J R Society Med 1992;28:239-42.
54. Self TH RM, Kelso TM Correcto use of metered-dose inhalers and spacer devices. Postgrad Med 1992;92:95-106.

Anexos 2

Especialidad _____ Año _____

1. Has recibido algún curso o entrenamiento sobre dispositivos
SI () NO ()

2. De quien has recibido información
 - a) Otros residentes
 - b) Clase formal
 - c) Farmacéutica
 - d) Autodidacta
 - e) Otros especifique: _____

3. Al explicar a tu paciente le enseñas con entrenadores o dispositivos
SI () NO ()

4. Con cual te sientes más familiarizado: _____

5. Crees que necesitas un curso formal o entrenamiento
SI () NO ()

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA

Nombre correcto del dispositivo: SI() NO()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Quita la tapa				
2	Toma el dispositivo en forma de "L" con los dedos índice y pulgar				
3	Agita el dispositivo				
4	Realiza una espiración lenta y profunda				
5	Coloca la pieza bucal en la boca				
6	Sella con los labios la pieza bucal				
7	Inhala lenta y profundamente				
8	Al inicio de la inhalación presiona el dispositivo				
9	Continúa la inhalación profundamente				
10	Retira el cartucho de la boca				
11	Realiza la pausa post-inspiratoria por 10 segundos				
12*	En caso de más de un disparo espera 30 segundos y repite desde el paso 3				

***Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA + ESPACIADOR CON PIEZA BUCAL

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO ()

No.	Actividad	No lo dijo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Retirar la tapa				
2	Agitar el inhalador				
3	Acopla el cartucho con el espaciador				
4	Coloca la pieza bucal dentro de la boca y sella con los labios				
5	Respira y presiona el inhalador: a. Realiza una sola inspiración y apnea de 10 seg. b. Realiza de 5 a 6 respiraciones.				
6	Retira el espaciador de su boca				
*7	Espera 30 segundos antes de repetir los pasos 2 a 6				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

INHALADOR DE DOSIS MEDIDA + ESPACIADOR CON MASCARILLA

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Retira la tapa				
2	Agita el cartucho				
3	Coloca el cartucho dentro del espaciador				
4	Coloca la mascarilla cubriendo nariz y boca				
5	Presiona el cartucho				
6	Deja la mascarilla puesta hasta : a. Realiza 5 ó 6 respiraciones				
	b. Realiza una respiración y apnea de 10 segundos				
7	Retira el espaciador				
*8	Espera 30 segundos antes de repetir los pasos 2 a 7				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

**DISPOSITIVO DE POLVO SECO DE MULTIPLES DOSIS
TURBUHALER®**

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO ()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Desenrosca y retira la tapa				
2	Sostiene el turbohaler en posición vertical y gira el turbohaler en sentido contrario a las manecillas del reloj, después en sentido de las manecillas del reloj hasta escuchar el “click”				
3	Espira lejos del dispositivo				
4	Coloca la pieza bucal entre los labios e inhala lo más rápido				
5	Retira al dispositivo de su boca y realiza pausa post-inspiratoria durante 10 segundos				
*6	Espera 30 segundos antes de repetir los pasos 2 a 5				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

**DISPOSITIVO DE POLVO SECO DE MULTIPLES DOSIS
DISKUS®**

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO ()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Desliza el protector de la pieza bucal				
2	Sostiene el dispositivo con la pieza bucal dirigida hacia él /ella, baja la palanca hasta que escucha un "click"				
3	Espira lejos del dispositivo				
4	Coloca la pieza bucal en la boca e inhala profundamente				
5	Retira el inhalador y realiza una pausa post-inspiratoria durante 10 segundos				
6	Para cerrar el dispositivo, desliza con el dedo pulgar la carcasa hasta escuchar un "click"				
*7	Espera 30 segundos, antes de repetir los pasos 1 al 5				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

**DISPOSITIVO DE POLVO SECO MONODOSIS
SPIRIVA®**

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO ()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Quita la tapa				
2	Abre la boquilla				
3	Coloca la capsula en el compartimento que se encuentra en la base del inhalador				
4	Cierra la boquilla				
5	Coloca el inhalador vertical, presiona el botón perforador, para romper la capsula				
6	Realiza una espiración profunda				
7	Inserta la pieza bucal dentro de la boca, sella con los labios y dientes alrededor de la pieza bucal.				
8	Inhala rápida y profundamente				
9	Realiza pausa post-inspiratoria durante 10 segundos				
10	Exhala lentamente				
11	Retira la capsula del compartimento de la base del inhalador				
12	Cierra la boquilla y la tapa				
*13	Espera 30 segundos y repite desde los pasos 1 a 12				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**

**INHALADOR EN PARTICULA FINA
RESPIMAT®**

Nombre correcto del dispositivo: SI () NO ()

No.	Actividad	No lo dijo y no lo hizo	Lo dijo	Lo hizo	Lo dijo y lo hizo
1	Gira el tambor o base transparente hasta "click"				
2	Abre la tapa				
3	Exhalación				
4	Coloca la boquilla				
5	Comienza la inhalación				
6	Presiona el botón				
7	Inhala lentamente				
8	Apnea de 10 segundos				
*9	Debe esperar 30 segundos antes de repetir desde los pasos 1 a 8				

*** Preguntar: Si el paciente requiere una segunda inhalación**