

## DESINFECCIÓN DOMICILIARIA DE NEBULIZADORES DE PACIENTES CON FIBROSIS QUÍSTICA.

Autores: **Mora D.**, Cantero V., Albesa I., Aiassa V.

### Resumen

Para prevenir las infecciones de las personas con fibrosis quística del páncreas (FQP), quienes deben utilizar nebulizadores para recibir terapia, se recomienda como medidas de bioseguridad, la limpieza, esterilización o desinfección de los mismos, ya que pueden actuar como reservorios o vehículos de microorganismos. El objetivo de este trabajo fue conocer cómo se realiza la desinfección domiciliaria de los nebulizadores de los pacientes con fibrosis quística (FQ). Para ello, en una primera etapa se averiguó cuál es el método de lavado y desinfección más utilizado mediante la realización de encuestas a pacientes con FQ o sus familiares, y en una segunda etapa se probaron en el laboratorio una serie de desinfectantes seleccionados y se evaluó su efectividad frente a *Pseudomonas aeruginosa*, especie bacteriana prevalente en los pacientes con FQ encuestados. Se probó la efectividad de las condiciones de lavado y desinfección en nebulizadores y tubuladuras contaminados con un número determinado de microorganismos mediante el recuento de la carga microbiana previa y posterior a la limpieza/desinfección por siembra en profundidad en medio agar tripteína soya. De la evaluación de encuestas se observó que no hay un único patrón de limpieza y desinfección y que las instrucciones brindadas por los equipos de salud lograron los cuidados de implementos de uso domiciliario por parte de los pacientes o sus familiares. El uso de N-acetil cisteína (NAC) 0,5% por inmersión 20 minutos redujo 7 logaritmos inóculos de  $10^{10}$  y  $10^9$  unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) de *P. aeruginosa* variedad mucosa. El etanol 70° por inmersión 20 y 5 minutos, el agua a ebullición 5 minutos, y el lavado por arrastre con agua corriente fría, jabón líquido y cepillado fueron efectivos para eliminar inóculos de *P. aeruginosa* de  $10^5$  UFC/ml. El secado por evaporación, con secador de cabello o servilleta de papel, no modificó la efectividad del alcohol 70°. La desinfección con alcohol 70°, el secado y el acondicionamiento en servilleta de papel 24 h conservaron los productos desinfectados. El rociado con alcohol 70°, dejando actuar hasta que se evapore, no fue efectivo para eliminar un inóculo de  $10^5$  UFC/ml. Estos resultados indican que los cuidados domiciliarios adecuados entre los que se encuentra la desinfección de los dispositivos son herramientas importantes con las que puede contar un paciente con FQ para disminuir el riesgo de infección pulmonar. Si bien la NAC 0,5% fue efectiva como decontaminante de pipetas y tubuladuras, sería interesante continuar investigando su efectividad sobre biofilms bacterianos.

**Palabras claves:** fibrosis quística, nebulizadores, desinfección, *Pseudomonas aeruginosa*.

### Introducción

La fibrosis quística (FQ) conlleva riesgo de infecciones bacterianas pulmonares. Los patógenos prevalentes son *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*. La prestación de asistencia sanitaria a los

pacientes con FQ pasó de la hospitalización a los centros de salud y al hogar. Los pacientes pueden usar nebulizadores reutilizables para recibir terapia (1, 2,3, 4, 5).

Para prevenir las infecciones de estos pacientes se recomienda la limpieza y esterilización o desinfección de alto nivel de los mismos (4). El ambiente domiciliario es más seguro que el hospitalario y para su desinfección se recomienda la inmersión en desinfectantes de nivel intermedio. La esterilización no es práctica en los hogares pero se puede lograr por ebullición (6).

La encuesta que utilizamos sobre limpieza y desinfección es similar a la usada por Costa Brzezinski y col.2011 (7), quienes no pudieron establecer relación entre los nebulizadores domiciliarios contaminados y los patógenos aislados de personas con FQ y sus equipos. Otro estudio estableció dicha relación, pero sin tipificación genética no pudo confirmarla (8).

Si bien existen diferentes métodos de desinfección de nebulizadores, es importante conocer cómo se realizan el lavado y la desinfección, probar estos métodos luego del uso de los nebulizadores por un paciente y luego de contaminarlos con un inóculo alto del microorganismo prevalente (condición de máximo desafío) y determinar cuál es el método más conveniente. Dado que las *Pseudomonas* forman biofilm y que la N- acetil cisteína (NAC) tiene propiedades antibacterianas contra *P. aeruginosa*. (9, 10) se planteó además evaluar la efectividad de la NAC 0,5% en la limpieza/desinfección de los nebulizadores.

## Objetivos

De acuerdo a lo expuesto los **objetivos generales** de este proyecto son:

1- Investigar mediante la realización de una encuesta a pacientes con FQ o a sus familiares cómo se realiza la desinfección domiciliaria de los nebulizadores de los pacientes con FQ para conocer cuál es el método de lavado y desinfección más utilizado.

2- Evaluar la efectividad del lavado, de la desinfección con NAC 0,5 %, del alcohol 70° 20 y 5 minutos y de la ebullición 5 minutos en nebulizadores y tubuladuras contaminados con *P. aeruginosa*.

Los **objetivos específicos** de la primera etapa fueron:

- ✓ Registrar la edad, provincia de residencia y microorganismos más frecuentemente aislados en los esputos de los pacientes con FQ.
- ✓ Investigar los medicamentos utilizados diariamente en sus nebulizaciones.
- ✓ Conocer el tipo de nebulizadores, máscaras o pipetas utilizadas diariamente.
- ✓ Conocer cómo realizan el lavado, la desinfección, el secado, el acondicionamiento, y almacenamiento de estos productos médicos (PM) hasta su uso, y el tiempo máximo que se almacenan hasta su nueva utilización.
- ✓ Identificar el método más utilizado para la desinfección domiciliaria de los nebulizadores y el tiempo que se conservan los desinfectantes en uso. Observar si se realiza de manera correcta.
- ✓ Identificar y recolectar los datos necesarios para diseñar la segunda etapa de este trabajo.

Los **objetivos específicos** de la segunda etapa fueron:

- ✓ Probar la efectividad de los desinfectantes seleccionados en los modelos de tubuladuras y pipetas nebulizadoras utilizadas en nuestro medio, luego de su uso o inoculándolas previamente con el microorganismo prevalente.
- ✓ Probar diferentes opciones de secado en la recuperación de bacterias contaminantes inoculadas experimentalmente.
- ✓ Sugerir la manera de conservar dichas máscaras y pipetas nebulizadoras desinfectadas en los hogares, hasta el momento de su uso.
- ✓ Ensayar la efectividad de una solución de NAC 0.5% como decontaminante de las pipetas nebulizadoras y tubuladuras.
- ✓ Detectar el método más conveniente, de los utilizados por los pacientes, para desinfectar máscaras y otros implementos del nebulizador, a través de ensayos microbiológicos evaluando la ausencia o reducción del número de UFC/ml inoculadas luego de efectuar el proceso de lavado y diferentes procesos de desinfección.

## **Materiales y métodos**

**Primera etapa:** Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal acerca de la manera en que realizan la desinfección domiciliar de los nebulizadores los pacientes con FQ y sus familiares. Se recolectaron los datos a través de una encuesta única anónima con un cuestionario estructurado que se distribuyó a través de una Institución de FQ por correo electrónico, recolectando las respuestas por correo electrónico o por teléfono.

Se incluyó a pacientes FQ de todos los grupos etáreos que utilizan nebulizadores para sus tratamientos diarios, que aceptaron participar. La segunda parte del proyecto se diseñó, en función de los datos obtenidos en esta etapa.

### **Segunda etapa:**

Materiales: jabón líquido en dispensador nuevo, agua corriente de red, cepillo limpio, servilletas de papel, recipiente limpio con tapa, secador de cabello, soluciones a ensayar, material de laboratorio para trabajar en condiciones asépticas y PM (pipetas y tubuladuras a ensayar).

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal para evaluar la aplicación del lavado; del desinfectante más utilizado, el alcohol al 70%; un método de desinfección físico, la ebullición, que utiliza un paciente y además la utilización de la NAC 0,5 % para eliminar bacterias planctónicas sobre PM, contaminados con *P. aeruginosa* variedad mucosa para simular un desafío mayor a la contaminación producida por un paciente infectado (condición de máximo desafío). También se utilizó una muestra al azar de nebulizadores y tubuladuras contaminados naturalmente tras la utilización por una persona voluntaria con FQ para su tratamiento.

El procedimiento consistió en una evaluación microbiológica por siembra en profundidad en agar tripteína soya (ATS) de las soluciones de lavado de las tubuladuras y de las pipetas nebulizadoras, contaminadas con *P. aeruginosa* variedad mucosa, que se sometieron a diferentes condiciones. En un solo ensayo, donde se realizó la desinfección, el secado, el acondicionamiento y el almacenamiento hasta el momento de uso, además se sembró en agar Saboureaud (AS).

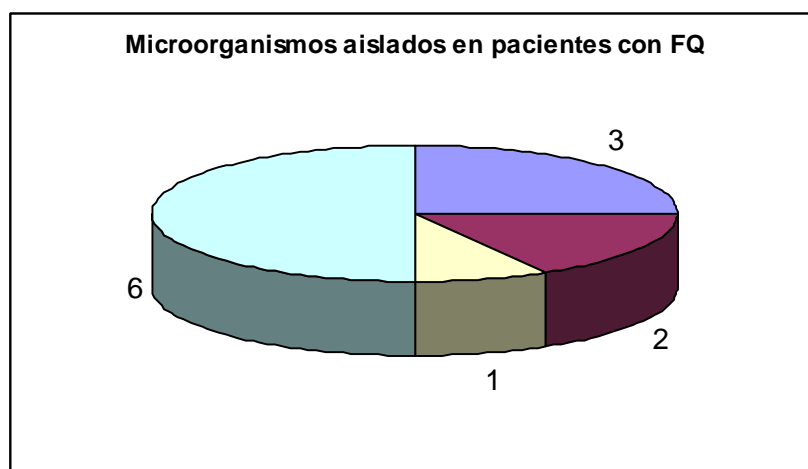
## Resultados

### Primera Etapa

De las 12 encuestas realizadas se observó que la edad promedio de las personas que utilizan nebulizadores para realizar sus tratamientos es de 15 años. En cuanto al lugar de residencia, 11 de los pacientes son de la provincia de Santa Fe, un paciente no indica su lugar de residencia. Si bien se invitó a un mayor número de instituciones, no se logró una participación importante para obtener mayor cantidad de personas que respondieron la encuesta.

A- Los microorganismos que se aislaron del esputo de los pacientes pueden observarse en la Figura 1.

**Figura 1:** Microorganismos aislados de los esputos de los pacientes encuestados, ■ *Pseudomonas*, ■ *Burkholderia*, ■ *Pseudomonas* 1 vez, ■ No responden, n=12.



B- La medicación nebulizada que están recibiendo consiste en antibióticos, broncodilatadores y mucolíticos. 7 de las 12 personas encuestadas tiene indicado realizar nebulizaciones con antibióticos. 11 de los 12 pacientes encuestados utilizan agentes mucolíticos de acción inmediata. 11 de los pacientes encuestados utilizan un agente mucolítico de acción a largo plazo. Solo un paciente tiene indicado nebulización con broncodilatadores.

A su vez, sólo uno de los pacientes utiliza un solo medicamento, estando 11 en tratamiento con 2 o 3 medicamentos distintos. Los medicamentos no se mezclan. Esto nos muestra la gran cantidad de nebulizaciones que debe realizar cada paciente por día, por lo que es de suma importancia tener las máscaras y/o pipetas en perfectas condiciones de funcionamiento y de desinfección.

C- En cuanto al sistema de nebulización, 3 pacientes utilizan únicamente nebulizador de membrana, 6 tienen compresor, 3 de los pacientes tienen nebulizador de membrana y compresor. El tipo de nebulizador empleado nos permitió conocer si tiene o no tubuladura de conexión de la pipeta al compresor y las características de la misma. Además nos permitió escoger el tipo de tubuladura adecuada para los ensayos. Con respecto a la pipeta la marca utilizada por 7 de los pacientes es la misma y reconocida en nuestro país, 3 de ellos utiliza solamente nebulizador electrónico, y el resto otras

marcas. Conocer la marca de los nebulizadores más usados es importante porque nos permitió seleccionar el tipo de pipeta a utilizar en los ensayos de la segunda etapa de este plan de investigación.

#### D- Pipetas y tubuladuras.

Los 12 pacientes reemplazan las pipetas, 9 lo realiza cada 6 meses o menos y 3 cada períodos mayores. En cuanto a la tubuladura de conexión de la pipeta nebulizadora al compresor, sólo los compresores la tienen. De los pacientes que utilizan compresores, 5 la cambia cada 6 meses o menos y 4 la cambia cada mayor tiempo o no sabe. En cuanto al reemplazo de pipetas y tubuladuras, se deben respetar las indicaciones del fabricante, de reemplazarlas cada 6 meses para respetar la vida útil de los nebulizadores.

#### E- Mantenimiento de máscaras y pipetas.

Todos los pacientes lavan sus máscaras o pipetas después de cada uso.

Uso de compresores: Solamente 9 personas tienen compresores. De las 9, 5 no lavan la tubuladura y de estas 5 personas, 3 dejan el compresor encendido hasta que se seque la tubuladura.

Frecuencia de lavado y desinfección: 3 personas lavan la tubuladura con distinta frecuencia (una vez al día, dos veces por semana y una vez por semana). Una persona solamente desinfecta con alcohol 70°.

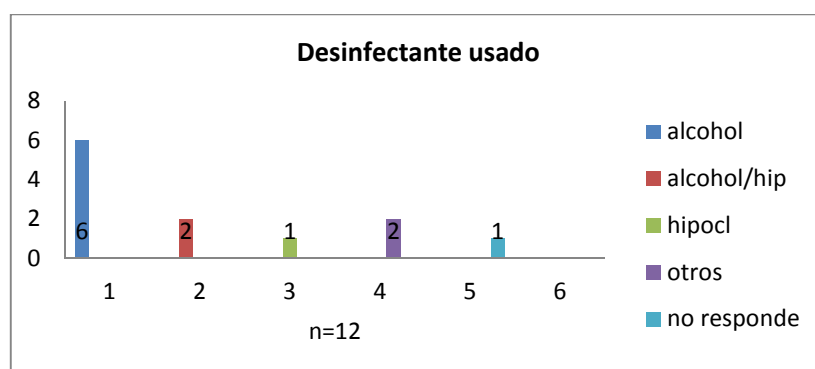
#### Modo de lavado:

Con respecto al agua de lavado, 10 personas utilizan agua corriente, una con filtro PSA. 2 personas utilizan agua desmineralizada. En cuanto a la temperatura del agua, 5 personas utilizan agua fría, 4 usan agua tibia, 2 la utilizan fría o tibia y una caliente. Sólo 6 personas utilizan efecto mecánico, 3 de las cuales usan cepillo, 2 las manos y otra persona no describe que utiliza. 6 personas lavan por arrastre con agua, 5 por inmersión y una por arrastre o por inmersión. En cuanto al tensoactivo, 7 personas usan detergente, una emplea jabón líquido, el resto no describe.

#### F- Desinfección.

En cuanto a los desinfectantes utilizados como muestra la Figura 2, 6 de las personas utiliza alcohol (al 70% ó 70°). 2 usan hipoclorito de sodio o alcohol, una de las cuales utiliza alcohol puro o lavandina pura, la otra usa alcohol y no especifica a qué concentración o lavandina comercial diluida 20:1000. Una persona utiliza hipoclorito de sodio comercial diluido 20:1000. 3 de las personas, usan distintos métodos o no desinfectan, 1 usa ácido acético (vinagre) al 50%, otra utiliza agua hirviendo y otra no contesta sobre desinfección.

**Figura 2:** Desinfectantes utilizados por los pacientes encuestados.



Con respecto a la frecuencia de desinfección 9 pacientes lo desinfectan cada vez que lo usan, otro paciente una vez al día, otra persona una vez por semana y otra no responde o no realiza la desinfección. Solo 4 personas desinfectan por inmersión total. Con respecto al tiempo de acción, 3 personas dejan actuar el desinfectante 5 minutos, una persona lo deja actuar hasta que se seque, otra rocía con el desinfectante. Estas personas utilizan alcohol 70% o 70°. El resto de las personas no contesta. 3 personas utilizan la solución desinfectante una vez y la desechan, una la usa 3 días y la desecha, 2 conservan una semana la solución (antes de usarla para desinfectar). 3 pacientes utilizan además esterilizador de biberones y 1 el microondas para lo cual debe colocar el nebulizador en agua 15 o 20 minutos. 7 personas secan sus pipetas, una con secador de cabello, 4 con servilletas de papel, una con paño de algodón, y otra con papel o secador de pelo. Otra persona a veces la seca con papel y otras veces deja que se seque sola. Tres personas no la secan y una persona no contesta. 7 personas las envuelven, 3 la envuelven en papel y 4 utilizan contenedores: caja, estuche o recipiente. Otras 2, las colocan sobre servilletas de papel y una de ellas le coloca encima papel, una menciona un paño, una al aire libre y otra no responde.

En cuanto a los tiempos máximos de almacenamiento de las máscaras y pipetas desinfectadas es según 5 personas algunas horas, 2 hasta nuevo uso, dos un día y 3 no responden.

#### **Segunda Etapa:** Se evaluó

A) La utilidad de la NAC y el alcohol para eliminar la carga microbiana de:

1- La tubuladura luego de ser utilizada varios meses por un paciente, tomando como recaudo luego de cada nebulización pasar aire comprimido hasta que esté seca.

a) previo a la higiene, no hubo desarrollo de colonias.

b) sin higiene, luego de tratamiento con solución acuosa de NAC 0,5% 20 minutos, no desarrollaron colonias.

c) sin higiene, luego de tratamiento con alcohol 70° 20 minutos, no desarrollaron colonias.

No se pudo evaluar la efectividad de NAC ni del alcohol ya que la carga inicial fue cero. En cuanto a la tubuladura: Si se tiene el recaudo que utilizan las personas con FQ luego de cada uso, de dejar el compresor encendido y hacer pasar aire comprimido hasta que esté seca, sin lavar ni desinfectar, aún luego de varios meses de uso, no desarrollaron microorganismos.

2- Las pipetas nebulizadoras:

I) limpia

a) inoculada con *P. aeruginosa* de esputo de un paciente exacerbado: desarrollaron  $10^3$  UFC/ml.

b) luego de tratar la pipeta descrita en el inciso a) con solución acuosa de NAC 0,5% 20 minutos no se observó desarrollo.

II) luego de ser usadas por un paciente con antibiótico inhalatorio

a) sin higiene previa, desarrollaron 3 UFC/ml en la primera pipeta y 2 UFC/ml en la segunda.

b) sin higiene previa, luego de tratamiento con solución de NAC 0,5% 20 minutos no se observó desarrollo.

c) sin higiene previa, luego de tratamiento con alcohol 70° 20 minutos no se observó desarrollo.

d) sin higiene previa, luego de tratamiento con alcohol 70° 5 minutos no se observó desarrollo.

III) Luego de ser usados por un paciente con medicamento sin antibiótico inhalatorio

a) previo a la higiene desarrollaron 3 UFC/ml en la primera y 3 UFC/ml en la segunda.

b) sin higiene previa, luego de tratamiento con solución acuosa de NAC 0,5% 20 minutos no se observó desarrollo.

c) sin higiene previa, luego de tratamiento con alcohol 70° 5 minutos no se observó desarrollo.

En cuanto a las pipetas: Después de realizar las nebulizaciones en los hogares, en las pipetas, queda poca carga, y luego del tratamiento con alcohol 70° ó NAC 0,5% se elimina. Además los lavados con NAC sirven para bajar la carga en caso que quede una contaminación alta ( $10^3$  UFC/ml).

B) En cuanto a la utilidad de la NAC se obtuvieron los siguientes resultados en:

1) Las pipetas nebulizadoras, luego de contaminarlas con un inóculo de *P. aeruginosa* variedad mucosa de  $10^9$  UFC.

a) lavada con medio de cultivo estéril, desarrollaron  $10^9$  UFC/ml.

b) lavada con solución acuosa de NAC al 0,5%, desarrollaron  $10^2$  UFC/ml.

Los lavados con medio de cultivo no redujeron el inóculo inicial, los lavados con NAC redujeron el inóculo de  $10^9$  a  $10^2$  UFC/ml (7 logaritmos).

2) Las tubuladuras de PVC luego de contaminarlas con un inóculo de *P. aeruginosa* variedad mucosa de  $10^{10}$  UFC/ml.

a) luego de lavarla con agua destilada estéril, desarrollaron  $10^3$  UFC/ml.

b) luego de lavarla con solución acuosa de NAC al 0,5%, desarrollaron  $10^1$  UFC/ml.

La utilización de NAC redujo de  $10^{10}$  a  $10^1$  UFC/ml (9 logaritmos). Los lavados con agua destilada estéril redujeron de  $10^{10}$  a  $10^3$  UFC/ml (7 logaritmos). El lavado con NAC redujo el inóculo 2 log más que el lavado con agua.

Es decir la NAC 0,5% fue efectiva ya que redujo el inóculo inicial como mínimo 7 log.

C) En cuanto a la efectividad de la ebullición y del lavado

1) A pipetas limpias se las contaminó con un inóculo de  $10^5$  de *P. aeruginosa* variedad mucosa y luego se probó:

a) La ebullición en agua corriente durante 5 minutos y secado por evaporación. Fue efectiva, produjo una reducción de 5 log. Presenta como inconveniente no ser compatible con las máscaras y las tubuladuras.

b) El lavado por arrastre con agua corriente fría, cepillo pequeño, limpio y seco de cerdas blandas, jabón líquido en dispensador nuevo y enjuague con agua corriente fría, secado al aire. Fue efectivo, redujo un inóculo de  $10^5$  UFC/ml de *P. aeruginosa* a 0 UFC/ml, es decir 5 logaritmos. Este tipo de lavado sólo se puede utilizar para los nebulizadores más usados, no para los de membrana, que se lavan por inmersión en agua y detergente, con agitación suave y sin cepillo, ya que daña la membrana.

D) En cuanto a la efectividad del alcohol 70° y la evaluación de distintas formas de secado

La inmersión en alcohol 70° durante 5 minutos, ya sea seguida por secado con servilleta de papel, secador de cabello o dejando evaporar al aire fue efectivo ya que, independientemente del método de secado se redujo la carga a 0 UFC/ml.

E) Evaluación del crecimiento microbiano luego de la desinfección, secado, acondicionamiento y almacenado

La inmersión en alcohol 70° durante 5 minutos, seguida por secado con servilleta de papel y acondicionamiento en servilleta de papel, almacenado durante 24 h fue efectiva. Redujo la carga a 0 UFC/ml. No desarrollaron colonias en ATS ni en AS, es decir, no desarrollaron colonias de hongos ni de bacterias.

F) En cuanto al rociado con alcohol 70° y secado por evaporación

El rociado con alcohol y secado por evaporación solo bajó un logaritmo de UFC/ml, no fue efectivo.

De lo antes expuesto se deduce que desinfectar con alcohol 70° 5 minutos, secar con secador de cabello, servilleta de papel o dejar evaporar al aire y acondicionar en servilleta de papel durante 24 h es efectivo para eliminar una carga que representa un máximo desafío. Pero como sabemos, antes de desinfectar, siempre se debe lavar.

## Discusión

Los nebulizadores de los pacientes con FQ están frecuentemente contaminados, incluso luego de la limpieza y desinfección (8). En nuestro trabajo, a diferencia de otros estudios, los nebulizadores, luego de ser utilizados por un paciente para su tratamiento, quedaron con poca carga y luego de lavarlos y desinfectarlos, no se detectó crecimiento bacteriano por siembra en profundidad.

Se encontró que no hay un único patrón de limpieza y desinfección de nebulizadores (7, 8, 11) en las encuestas también se encontraron prácticas inadecuadas, como por ejemplo:

- ✓ La utilización de agua caliente para el lavado que coagula y fija las proteínas.
- ✓ La desinfección con ácido acético, ya que no es efectivo contra *S. aureus* ni *B. cepacia*.
- ✓ La utilización de alcohol o hipoclorito sin la adecuada dilución para el uso (puro).
- ✓ No dejar actuar el desinfectante durante el tiempo de contacto estipulado.
- ✓ No cumplir con la inmersión completa de los PM (6, 7, 12, 13).

Tal como recomienda el Consenso Nacional de FQ, la mayoría de las personas encuestadas, utiliza nebulizadores tipo jet, todas higienizan las pipetas nebulizadoras luego de cada uso, y recambian los nebulizadores; algunas de acuerdo a las instrucciones del fabricante (14). Algunos pacientes están usando nebulizadores de membrana. Lamentablemente, en la encuesta no se recavó información acerca de si los nebulizadores eran de uso personal.

Para la administración inhalatoria de medicamentos, se prefiere el uso de inhaladores secos. Una de las indicaciones terapéuticas de la nebulización es para administrar fármacos que no pueden administrarse de otra manera (15, 16). La mayoría de los medicamentos que usan los pacientes encuestados, sólo están disponibles para administrarse por nebulizaciones.

Debe utilizarse fluidos estériles para colocar en los reservorios de los nebulizadores, en forma aséptica y sólo inmediatamente antes de su uso (16).

Se recomienda como precaución universal el manejo cuidadoso de la condensación de líquido para la interrupción de mecanismos patogénicos (16). Esta misma recomendación es provista por el fabricante en las instrucciones de uso, que además no recomienda el lavado ni la desinfección de la tubuladura. Lo que se correlaciona con los resultados obtenidos al no haber desarrollado microorganismos en las mismas, tomando el recaudo luego de cada uso, de dejar el compresor



encendido y pasar aire comprimido hasta que esté seca. Para su lavado, podrían enviarse a un hospital, donde puedan lavarse correctamente con agua a presión, enjuagarse, secarse con aire comprimido, inspeccionarse y esterilizarse en un ciclo termolábil (121°C) de autoclave a vapor o a menor temperatura por óxido de etileno. Deberán reemplazarse cada 6 meses como indica el fabricante. Sería interesante estudiar si durante dicho lapso de tiempo no hay desarrollo de microorganismos sobre el PM, con el manejo cuidadoso de las condensaciones.

En FQ además de *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *H. influenzae*, hay otros patógenos emergentes como *Stenotrophomonas maltophilia*, *Achromobacter xyloxidans*, Micobacteria no tuberculosa (MNT), *Aspergillus sp*, virus respiratorios como virus respiratorio sincicial (VRS), influenza, para influenza, adenovirus y rinovirus. Los alcoholes poseen amplio espectro, actúan sobre bacterias Gram positivas (*S. aureus*) y Gram negativas (*H. influenzae*, *P. aeruginosa*, *S. maltophilia* y *A. xyloxidans*), micobacterias, hongos y virus, no son esporicidas. El alcohol tiene acción sobre Adenovirus y Rinovirus (hidrófilos), siendo el resto de los virus lipofílicos, por lo cual tiene efecto sobre todos los virus antes mencionados. El Consenso Nacional recomienda el uso de alcohol pero durante 3 minutos. Sería interesante probar la efectividad del alcohol 70% para dicho tiempo (6, 14, 17, 18).

De los métodos de inmersión, el hipoclorito, que algunos pacientes utilizan, a pesar de ser económico, de rápida acción, de mayor espectro de acción, no presentó superioridad respecto de otros métodos (11) y presenta algunas desventajas: es irritante de piel y mucosa, debe utilizarse en períodos muy cercanos a su fecha de elaboración, es inestable y resulta difícil a nivel domiciliario hacer un dosaje de cloro activo de la solución madre, o de la solución a la concentración recomendada. La dilución de lavandina debe prepararse en el momento de usar y desecharse en el día.

El alcohol es estable, de rápida acción, más caro que el hipoclorito, tiene menor espectro de acción sobre virus hidrofílicos. El alcohol al 70%, puede tenerse preparado ya que es estable. El plástico es compatible con cualquiera de los dos métodos. El hipoclorito debe enjuagarse bien, para evitar toxicidad. De acuerdo a lo analizado, es de elección el alcohol 70 %, por ser rápido, efectivo, estable, estar disponible, cubrir el espectro de microorganismos que colonizan a las personas con FQ y que por estar recomendado para colocar luego del enjuague, puede no enjuagarse y como es volátil se evapora rápido (se seca rápido). Sus desventajas son su inflamabilidad, y que de los métodos de inmersión es el más caro. Por ser inflamable se mantendrá en recipientes cerrados y sin exposición al calor o al sol. Además, se guardará en un lugar frío y bien ventilado. Se necesitan estudios para determinar cuánto tiempo puede utilizarse una solución de alcohol 70, sin perder la efectividad.

En cuanto a los métodos de desinfección térmica, la ebullición fue efectiva para reducir un inóculo de *P. aeruginosa* 5 log.

Al comparar los métodos de desinfección térmica, vemos que la ebullición es una desinfección de alto nivel DAN, que presenta algunas ventajas, tiempo de acción corto, es económica, no requiere enjuague y el secado es muy rápido, y las desventajas que al olvidarse las piezas hirviendo se pueden deformar, que se recomienda usar agua destilada para evitar la acumulación de cal sobre las piezas y que no se puede usar si el fabricante no lo permite. En el caso de los nebulizadores más usados en FQ, puede utilizarse este método, incluso para el nebulizador de membrana, ya que la misma es de acero inoxidable (13, 17. 19).

Tanto el microondas o el esterilizador de biberones requieren de una alta inversión inicial. El esterilizador presenta como desventaja que el PM no se coloca envuelto, no se utilizan indicadores químicos, biológicos ni físicos, no se puede monitorear el proceso, el PM sale húmedo. En cuanto al microondas puede no existir una distribución homogénea de energía sobre el PM (pueden existir puntos calientes y fríos), por lo que puede haber zonas que no sean esterilizadas o desinfectadas.

El nebulizador de membrana puede ser desinfectado con agua hirviendo o autoclavado a 121°C (20). Una vez desinfectado y seco, se acondiciona para mantener el nebulizador aislado de toda fuente de contaminación, pueden usarse bolsas de papel grado médico, (que reúne las condiciones adecuadas), que se deben cerrar sin ganchos manteniendo la integridad del envoltorio para intentar conservar los PM desinfectados.

Luego se almacenan en ambiente fresco y seco de humedad entre 30 y el 50% y temperatura entre 15 y 28°C (21). En este trabajo no hubo desarrollo de MO manteniendo el nebulizador desinfectado acondicionado en servilletas de papel, (debido al alto costo del papel grado médico) durante 24 horas (el período máximo que estos pacientes almacenan sus nebulizadores).

## Conclusiones

Un aspecto que justificó investigar el modo de uso de nebulizadores, fue el hecho que todos los pacientes tienen indicado diariamente nebulizaciones, utilizando la mayoría de 2 o 3 medicamentos. Es importante remarcar que los pacientes utilizan sistema de nebulización con compresores o electrónicos, y que reemplazan periódicamente las pipetas y tubuladuras según recomendaciones de profesionales y del fabricante.

Una práctica que resulta interesante continuar investigando en el futuro es el resultado del empleo de esterilizador de biberones y de microondas, como algunos pacientes declaran utilizar.

De las encuestas se desprende que gracias a las instrucciones de los equipos de salud, los cuidados de los nebulizadores e implementos, han sido motivo de tratamientos y dedicación por parte de las personas o familiares involucrados en la aplicación domiciliaria, como por ejemplo, la mayoría secan los implementos, los envuelve y los desinfecta horas antes del uso. Pero es necesario destacar que se deduce de las encuestas que no hay un único patrón de limpieza y desinfección.

En cuanto a los ensayos podemos concluir que:

Tanto el lavado (con agua, jabón líquido, cepillo y por arrastre), como la inmersión total en alcohol 70° 5 minutos y la ebullición durante 5 minutos, fueron efectivas para eliminar inóculos altos de *P. aeruginosa* de las pipetas (condición de máximo desafío). Mientras que, no fue efectivo el rociado con alcohol 70°. Las diferentes opciones de secado utilizadas, con secador de cabello, por evaporación y con servilleta de papel, fueron igualmente efectivas. Las pipetas desinfectadas se pueden guardar durante un día envueltas en servilletas de papel, en lugar fresco y seco, ya que, durante 24 horas se conservan desinfectadas. La N acetil cisteína 0,5% fue efectiva como decontaminante de las pipetas y tubuladuras. Dado que se conoce que la NAC remueve la matriz exopolimérica de las biopelículas de *P. aeruginosa* en diferentes proporciones, dependiendo del fenotipo de cada cepa, obteniéndose resultados de hasta el 77% de remoción

con 6 horas acción, esto nos abre una nueva posibilidad de sustancia a utilizar para controlar la formación de biopelículas lo cual sería una interesante proyección de este trabajo.

El alcohol 70%, que es el más utilizado resultó adecuado. La manera correcta de proceder es desensamblar, lavar, desinfectar por inmersión completa con alcohol 70° 5 minutos, o ebullición 5 minutos, secar (con secador de cabello, servilleta de papel o dejar evaporar al aire) y acondicionar en servilleta de papel durante 24 Hs. La tubuladura no debe someterse a estos procesos. Según nuestros ensayos, para la desinfección, de las pipetas resulta adecuada la ebullición, y en segundo lugar, el alcohol 70°. Para la desinfección de las máscaras resulta adecuado el alcohol 70°.

### **Proyecciones:**

Notificar a ANMAT sobre la recomendación de los fabricantes de nebulizadores, de desinfección con ácido acético.

Probar la desinfección con alcohol 70 durante 3 minutos que recomienda el Consenso Nacional de FQ.

Realizar estudios para evaluar la NAC en la prevención de la formación de biofilm.

Averiguar cuál es la vida útil del alcohol 70° en uso.

Investigar el tiempo máximo que la tubuladura sin lavado ni desinfección, puede ser utilizada sin contaminarse.

Averiguar los métodos de higiene o de higiene y desinfección adecuados para el resto de los implementos que utilizan las personas con FQ, espaciadores, etc.

Estudiar la relación entre los patógenos aislados de las personas con FQ y sus equipos y realizar la tipificación genética para confirmar esta relación.

Agradecimientos: A la Asociación Santafesina de Lucha contra la Fibrosis Quística-FIPAN Santa Fe. A Alejandro Arias, María Isabel Donnet, Isabel Calligaro, Florencia Arias, Ricardo Ribeiro, Alfonso Santiago, Andrea Piagentini, Ana María Roldán, Guillermo Mora Bournissent, Diana Pawluck, Judith Pierini, al Colegio de Farmacéuticos de la Provincia de Santa Fe Primera Circunscripción y a las personas que respondieron las encuestas.

### **Bibliografía**

- 1 Douglas M, Coutinho H, Falcão-Silva V S, Fernandes Gonçalves G. Agentes bacterianos pulmonares y terapia antibiótica en pacientes con fibrosis quística: guía para el personal sanitario. Archivos de Medicina 2009; 5 (2).
- 2 Anzaudo MM, Busquets NP, S. Ronchi S, Mayoral C. Microorganismos patógenos aislados en muestras respiratorias de niños con fibrosis quística. Revista Argentina de Microbiología 2005; 37: 129-34.
- 3 Busquets NP, Baroni MR, Ochoteco MC, Zubriggen ML, Virgolini S, Meneghetti FG. Aislamientos bacterianos de muestras respiratorias de pacientes pediátricos con fibrosis quística y su distribución por edades..Rev. argent. Microbiol.2013; 45(1).
- 4 Saiman L, Siegel J. Infection control in Cystic Fibrosis. Clin Microbiol Rev 2004; 17:57-71.
- 5 European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. Eur Respir J 2001; 18:228-42.
- 6 Rutala WA et al. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities; 2008.
- 7 Costa Brzezinski LX, Riedi CA, Kussek P, Souza HHM, Rosário N. Nebulizers in cystic fibrosis: a source of bacterial contamination in cystic fibrosis patients? J Bras Pneumol. 2011;37(3):341-47.
- 8 Blau H, Mussaffi H, Mei Zahav M, Prais D, Livne M, Czitrion BM, Cohen HA. Microbial contamination of nebulizers in the home treatment of cystic fibrosis. Child Care Health Dev. 2007 Jul; 33(4):491-5.
- 9 Lyczak JB, Cannon CL, Pier GB. Lung Infections Associated with Cystic Fibrosis. Clin Microbiol Rev 2002 Apr; 15 (2): 194-222.
- 10 Zhao T, Liu Y. La N acetil cisteína inhibe los biofilms producidos por Pseudomonas aeruginosa. BMC Microbiology 2010 ; 10:140.7
- 11 Reychler G, Leonard A, Van Ossel C, Godding V, Gigi J, Simon A, Lebecque P. Impact of hypochlorite-based disinfection on bacterial contamination of cystic fibrosis patients' home-nebulisers. J Hosp Infect. 2009 Aug; 72(4):351-7.

- 12 Huys, J. El ciclo del producto sanitario estéril: limpieza; 1999. Available on line on 2013 on december 22th  
[http://www.wfhss.com/html/educ/sbasics/sbasics0102\\_es.htm](http://www.wfhss.com/html/educ/sbasics/sbasics0102_es.htm)
- 13 Lemming C, Marciel J, O'Malley C, Hazle L. Respiratorio. Como detener la diseminación de microbios. Bethesda: Cystic Fibrosis Foundation; 2004
- 14 Sociedad Argentina de Pediatría. Consenso Nacional de Fibrosis Quística\_Arch Argent Pediatr 2008; 106(5):01-52.
- 15 Gonzalez Jimenez Y. Utilización de inhaladores en Tratado de enfermería en cuidados críticos y neonatales. España.
- 16 Ministerio de Salud y Acción Social. Resol 355/99. Las normas de prevención y control de la infección hospitalaria.
- 17 Saiman L, Siegel J and the Cystic Fibrosis Foundation Conference on Infection Control Participans. Infection Control Recommendations for patients with Cystic Fibrosis: -Microbiology, important pathogens, and infection control practices to prevent patient-to- patient transmission. American Journal of Infection Control 2003 may; 31 (3):5-52.
- 18 Sanchez Saldaña L, Sáenz Anduaga E. Antisépticos y desinfectantes. Dermatología Peruana 2005;15 (2):87.
- 19 27 Ruiz K, Fernández JC, Arizti P. Manual para personas con fibrosis quística y sus familias. Tratamiento inhalado y recomendaciones higiénicas, 1ra Ed. Palma de Mallorca: Fundación Respiralia. Asociación Balear de Fibrosis Quística; 2011.
- 20 Nebulizador electrónico PARI eFlow Rapid. Available on line on  
[http://www.rocimex.com.ar/eflow\\_rapid.htm](http://www.rocimex.com.ar/eflow_rapid.htm), cited on 2014, January 29<sup>th</sup>
- 21 Acosta-Gnass SI, de Andrade Stempliuk V. Manual de esterilización para centros de salud, Washington: OPS; 2008.
- 22 Ministerio de Salud de la Nación. Resolución 1547/07. Guía de procedimientos y métodos de esterilización y desinfección para establecimientos de salud públicos y privados.
- 23 Miller C, Fraser A, Rivers A. Clemson University .Desinfectants and sanitizers. Department of Food, Nutrition, and Packaging Sciences. Clemson University, Clemson; 2012.
- 24 Damas, RS. Influencia de la N-acetilcisteína en la prevención de la formación y remoción de las biopelículas de P aeruginosa. Lima; 2007.
- 25 Farmacopea Argentina VI Ed.
- 26 Farmacopea Argentina VIII Ed.
- 27 USP32. Test de esterilidad.2010.