

Control microbiológico en los equipos de función y terapia respiratoria

ANTONIO TORRES MARTÍ

FELIP BURGOS RINCÓN

PERE CASAN CLARÀ

JESÚS GRAVALOS GUZMÁN

JESÚS MARTÍNEZ MORATALLA

TERESA PI-SUNYER

Introducción

Las infecciones respiratorias ocupan el segundo lugar en cuanto a frecuencia de infecciones nosocomiales y tienen una incidencia que oscila entre el 0.5 y el 5% de todos los ingresos hospitalarios. En la cadena etiopatogénica de la infección respiratoria nosocomial tiene particular interés la colonización anómala de la faringe y/o de las vías aéreas por inoculación externa a través de aerosoles contaminados producidos en los equipos de terapia respiratoria (nebulizadores, ventiladores mecánicos, etc.) o bien por los equipos de medición de la función pulmonar (espirómetros, etc.). Las medidas de mantenimiento de estos equipos están bien establecidas en lo que se refiere a equipos de terapia respiratoria, ya que generalmente se han venido estandarizando a través de la importancia que se concede a la prevención de la infección pulmonar en el área de cuidados intensivos. Por el contrario, no existen normas claramente establecidas, en cuanto a cuáles deben ser las medidas de prevención para la transmisión potencial de infección respiratoria nosocomial, con respecto a los equipos de medición de la función pulmonar. El objetivo de la presente normativa es establecer cuál es el riesgo de cada equipo en relación a la transmisión de infecciones respiratorias, así como especificar cuáles son las normas concretas para la prevención de estas infecciones.

Mecanismos de transmisión de la infección

En la patogenia de la infección respiratoria existen tres mecanismos básicos. El mecanismo principal es la aspiración a las vías aéreas de material orofaríngeo o gástrico. La colonización anómala de estas cavidades determinará la etiología de la neumonía. En el ámbito nosocomial, esta colonización anómala suele ser por bacilos gramnegativos o *Staphylococcus aureus*. La inhalación de microorganismos directamente o por mediación de aerosoles a las vías aéreas, y que sobrepasen los mecanismos de defensa de dichas vías, es otro mecanismo patogénico muy importante, y que en el ámbito comunitario es el mecanismo productor de las neumonías causadas por gérmenes intracelulares, tales como *Legionella pneumophila*, *Mycoplasma* o *Chlamydia pneumoniae*. En el ámbito nosocomial, la transmisión aérea puede ser el mecanismo de colonización directo a orofaringe y/o a las vías aéreas. En este caso suele deberse a la contaminación de los equipos de terapia respiratoria o bien (con menor probabilidad) a la contaminación de los equipos de medición de la función pulmonar.

El último mecanismo de transmisión de la infección respiratoria es la vía hematológica, que es el mecanismo menos frecuente.

La transmisión de la infección respiratoria nosocomial en el caso que nos ocupa se produce o bien por la inhalación de aerosoles contaminados que van directamente a las vías aéreas, o a través de la colonización anómala de la orofaringe o de las vías aéreas por la contaminación bacteriana del condensado de agua que se forma en algunos equipos de terapia respiratoria o de medición de la función pulmonar. Otro mecanismo en la cadena etiopatogénica es a través de la transmisión cruzada que se produce desde las manos del personal sanitario que cuida

los equipos de terapia y/o función respiratoria a los pacientes que utilizan estos equipos, o bien por mediación de aerosoles ambientales.

Clasificación del riesgo de los equipos y categorías de recomendación para la prevención

Para la clasificación del riesgo de transmisión seguiremos la siguiente división que se aplicará a cada equipo concreto.

A) Alto riesgo para la transmisión de infecciones nosocomiales. En este caso es muy probable que un aparato de función pulmonar o de terapia respiratoria colonizado dé lugar a una infección respiratoria nosocomial.

B) Riesgo medio para la transmisión de infecciones nosocomiales. Se han descrito con alguna frecuencia infecciones nosocomiales causadas por estos aparatos.

C) Riesgo bajo para la transmisión de infecciones nosocomiales. Existen datos ocasionales y excepcionales de transmisión de infecciones nosocomiales por estos aparatos.

D) Riesgo desconocido. Se desconoce el riesgo potencial de la transmisión de infecciones.

Otra clasificación del riesgo que utilizaremos en esta normativa se establecerá en función del riesgo potencial de transmisión de una infección por un objeto. A los diferentes equipos los denominaremos según la siguiente clasificación:

Críticos: Alto riesgo de infección si el objeto está contaminado por cualquier microorganismo. Esta categoría incluye instrumentos quirúrgicos, catéteres urinarios y cardíacos, implantes y agujas.

Se deben **esterilizar** con vapor a presión y si son termosensibles con óxido de etileno o glutaraldehído y/u otros productos químicos.

Semicríticos: Estos objetos deben estar libres de todos los microorganismos con excepción de esporas. Se refiere a objetos que están en contacto con membranas mucosas o piel no intacta.

Requieren **desinfección de alto nivel** usando pasteurización o germicidas químicos.

No críticos: Objetos en contacto con piel intacta pero no con mucosas, por ejemplo, cuñas, mesillas, mobiliario, utensilios de comida, etc. Se deben utilizar **desinfectantes de bajo nivel** como etil o alcohol al 70 %, hipoclorito sódico, etc.

En general los equipos de terapia respiratoria han sido clasificados como semicríticos, porque se ponen en contacto con membranas mucosas pero normalmente no penetran la superficie del cuerpo y el riesgo de infección asociado es menor que el de aquellos que penetran tejidos habitualmente estériles.

Categorías de recomendación en la prevención de la infección respiratoria

Para las categorías de recomendación, se ha seguido básicamente la clasificación propuesta por las normativas de los Centers for Disease Control (CDC) publicadas en 1994.

Categoría IA. Procedimiento altamente recomendado. Esta recomendación se basa en estudios experimentales o epidemiológicos bien diseñados.

Categoría IB. Procedimiento recomendado siempre que se utilice. Esta recomendación se basa en hechos evidentes, pero no existen estudios definitivos que lo corroboren.

Categoría II. La introducción de esta medida es recomendable. Esta recomendación está fundamentada en hechos clínicos o en estudios epidemiológicos, evidencia racional clara, o estudios definitivos aplicables a algunos pero no todos los hospitales.

Categoría III. Ausencia de recomendación.

Definiciones

Para la comprensión de estas normativas se expone una serie de términos que ayudan a la comprensión del texto.

Colonización

Persistencia de microorganismos en una localización determinada del cuerpo humano sin evidencia de una respuesta por parte del huésped o de efectos adversos producidos sobre el mismo.

Contaminación

Presencia de microorganismos en una superficie.

Infección

Existe presencia de microorganismos y además una respuesta del huésped y/o efectos adversos producidos sobre éste.

Limpieza

Es la eliminación de todo material extraño (tierra, materia orgánica) de los objetos. Se realiza normalmente con "agua a chorro", acción mecánica y detergentes. La limpieza **debe preceder** a los procedimientos de desinfección y esterilización.

Germicida, desinfectantes y antisépticos

Germicida

Es un agente que destruye microorganismos, particularmente microorganismos patógenos (gérmenes). Otros agentes, determinados con el sufijo **cida**, por ejem-

plo viricida, fungicida, bactericida, esporicida, tuberculicida, destruyen el microorganismo identificado por el prefijo.

Desinfectante

Es un germicida que inactiva virtualmente todos los microorganismos patógenos reconocidos, pero no necesariamente todas las formas microbianas (endosporas bacterianas) en objetos inanimados. Los agentes químicos usados con el propósito de destruir todas las formas de vida microbiana, incluidos hongos y esporas de bacterias, son llamados esterilizantes químicos.

Antiséptico

Es un germicida químico formulado para uso en piel o tejidos y no debe usarse para descontaminar objetos inanimados.

Desinfección

Describe el proceso que elimina la mayoría o todos los microorganismos patógenos en objetos inanimados, con excepción de esporas bacterianas. Se realiza generalmente mediante productos químicos líquidos.

- a) Desinfección de alto nivel: es la que se realiza con la expectativa de destruir todos los microorganismos con excepción de un alto número de esporas bacterianas.
- b) Desinfección de nivel intermedio: inactiva *Mycobacterium tuberculosis*, bacterias vegetativas, la mayor parte de los virus y la mayor parte de los hongos, pero no necesariamente destruye esporas bacterianas.
- c) Desinfección de bajo nivel: puede destruir la mayor parte de las bacterias, algunos virus y algunos hongos, pero no es segura para destruir microorganismos resistentes tales como bacilos tuberculosos o esporas de bacterias.

Esterilización

Es la completa eliminación o destrucción de todas las formas de vida microbiana. Se realiza por diversos medios físicos/químicos: vapor a presión, óxido de etileno y químicas líquidas.

En general, todos los equipos de terapia respiratoria requieren una **desinfección de alto nivel** o una **esterilización**.

Para la realización de la desinfección de alto nivel se seguirá el siguiente método:

- 1.- Limpieza con agua y detergente.
- 2.- Sumergir durante 20-30 min en una solución de glutaraldehído al 2%.
- 3.- Aclarar con agua fría abundante.

Para realizar una esterilización con un desinfectante de alto nivel se seguirá el mismo proceso, sustituyendo el agua del aclarado por agua estéril y dejando el aparato sumergido entre 6 y 10 horas.

Utilización de los equipos

Los equipos dedicados al estudio de la función pulmonar y a la terapia respiratoria pueden clasificarse en tres grandes grupos desde el punto de vista del contacto con las vías aéreas.

- a) Aquellos que únicamente conectan las vías aéreas del paciente con el equipo de medición.
- b) Los que permiten administrar algún producto en forma de aerosol en las vías aéreas.
- c) Aquellos que requieren una vía aérea artificial, como es el caso de la ventilación mecánica.

Los primeros han sido implicados sólo muy recientemente y de forma muy escasa en la transmisión de infecciones respiratorias, mientras que existe abundante literatura acerca del importante papel de los segundos y terceros en la transmisión de ciertas enfermedades infecciosas en el tracto respiratorio.

Otra forma útil y práctica de clasificar este amplio conjunto de instrumental es la siguiente:

1) Utillaje de uso exclusivamente personal y en el propio domicilio del enfermo, ya sea para la medición de la función pulmonar (aparatos medidores de flujo máximo espiratorio); para la administración de fármacos en forma de aerosol (cartuchos presurizados comerciales, cámaras espaciadoras para inhalación, nebulizadores de uso doméstico); humidificadores personales; equipos para la administración domiciliar de oxígeno; equipos de ventilación mecánica a domicilio, etc.

2) Utillaje de uso hospitalario, ya sea en las consultas externas de tipo ambulatorio (espirómetros, aspiradores de secreciones, medición de gases en sangre arterial, etc.), en hospitales de día neumológicos o en servicios de urgencias (nebulizadores, equipos de punción, etc.), o en las zonas de hospitalización.

En el primer caso, las recomendaciones sobre prevención de infecciones se centrarán casi exclusivamente en la limpieza y mantenimiento de los equipos implicados, mientras que en el segundo caso, y muy especialmente si el equipo debe compartirse con otros pacientes, las recomendaciones se hacen más rígidas y estrictas.

Procedimientos

Se describen una serie de procedimientos que son comunes para el mantenimiento de la mayor parte de los equipos:

1. Lavado de manos.
2. Uso de guantes.
3. Aspiración de secreciones.
4. Indumentaria.
5. Manipulación de aparatos.

Lavado de manos

En ausencia de una auténtica emergencia es aconsejable que el personal del laboratorio de función pulmonar y de terapia respiratoria lave sus manos en las siguientes situaciones:

1. Antes de practicar las pruebas funcionales respiratorias.
2. Después de manipular material (aunque se hayan usado guantes), que haya estado en contacto con mucosidades o secreciones.
3. Antes de realizar pruebas funcionales respiratorias a pacientes con traqueostomía.
4. Entre exploraciones de diferentes pacientes.
5. En todas las actuaciones de terapia respiratoria.

Para la limpieza de las manos debería realizarse de manera sistemática una vigorosa fricción con detergente en ambas manos, al menos durante 10 segundos, con posterior enjuague con abundante agua corriente a chorro. Cerrar el grifo con el papel utilizado para el secado antes de que éste sea deshechado.

Los productos a utilizar en la limpieza de las manos son múltiples: pastilla de detergente, detergente líquido o toallas impregnadas de detergente. Se desconoce si es necesario el uso de jabones que contienen agentes antimicrobianos en los laboratorios de función pulmonar. A ser posible se debe utilizar detergente contenido en recipientes desechables. Si los recipientes de detergente son del tipo reservorio, deben ser vaciados, limpiados y secados (se desconoce la frecuencia óptima), no siendo recomendable rellenar recipientes parcialmente llenos. Debe desestimarse la utilización de pastillas de detergente.

El personal sanitario no debe llevar las uñas pintadas, ni anillos, pulseras o relojes que impidan un lavado de manos correcto.

Uso de guantes

Se ha observado un aumento significativo en el uso de guantes, fundamentalmente desde la aparición del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida). Es por todos conocida la necesidad del uso de guantes en el medio hospitalario como medida de profilaxis para evitar la transmisión de ciertas enfermedades nosocomiales, tanto del paciente como del personal sanitario, y muy especialmente en las unidades de cuidados intensivos. El uso de guantes es obligatorio en la utilización y mantenimiento de los equipos de terapia respiratoria, siempre que se manipulen secreciones u objetos contaminados por ellos. La utilización de guantes no sustituye el lavado de las manos.

Aspiración de secreciones

La aspiración de secreciones es uno de los problemas más comunes en la práctica diaria del cuidado de pacientes respiratorios y fundamentalmente en los sometidos a ventilación mecánica. En la transmisión de uno a otro paciente (transmisión cruzada) parece claro que las manos del personal desempeñan el papel de vehículo. Se recomiendan los siguientes procedimientos:

1. Lavado de manos.

2. Cuando se realiza la aspiración de secreciones deben usarse guantes desechables en ambas manos. No existe ninguna demostración definitiva de que la utilización de guantes estériles disminuya el riesgo de infección nosocomial.
3. Sondas de aspiración estériles por cada serie de aspiración (definiendo como aspiración individual la aspiración repetida hecha con breves períodos de intervención para aspirar con la sonda). Se debe utilizar fluidos estériles para eliminar las secreciones de las sondas.
4. La sonda rígida que se usa para la extracción de secreciones bucales debería ser desechable. En su defecto, colocar solución antiséptica después de cada utilización y reemplazar como máximo cada 24 horas.
5. Desechar los líquidos que se hayan utilizado durante las aspiraciones.
6. Los tubos de aspiración y los recipientes recolectores deberían ser desechables y ser sustituidos cada 24 horas. En su defecto, limpiar los recipientes con agua y detergente cada 24 horas y sustituir tanto los tubos de aspiración como los recipientes recolectores con cada paciente.

Indumentaria

La utilización de uniforme o bata es un hecho extendido en nuestros hospitales. La periodicidad con que deben cambiarse no está determinada, pero no sería desorbitado decir que deben cambiarse siempre que secreciones o líquidos orgánicos hayan impregnado la ropa. Ésta se debe depositar en recipientes adecuados para ser tratada como material contaminado. Es recomendable sustituir el uniforme usado en las unidades, cuando se permanece en las zonas habilitadas para comer en los hospitales. Deberían utilizarse las lavanderías de las instituciones que garantizan una desinfección adecuada. En caso contrario, deben limpiarse periódicamente de la siguiente forma:

1. Durante 3-5 min con detergente neutro.
2. Prelavado de 8-10 min con un detergente alcalino a 30-40 °C.
3. Lavado de 15 min con detergente que contenga oxígeno activo a 60-80 °C.
4. Cuatro aclarados de 3 min cada uno.

Manipulación de aparatos

Todos los equipos que vayan a estar en contacto directo con el paciente deben ser manipulados en condiciones de máxima asepsia. En general, y con excepciones, los aparatos de terapia respiratoria y los espirómetros se deben limpiar externamente con agua y detergente y se deben secar. Desinfectar con un trapo humedecido con alcohol al 70% o con asociación de aldehídos (categoría III). Los cuidados específicos de cada equipo están descritos particularmente en cada apartado.

Habitáculo

Por último, deberían habilitarse áreas especiales para comer y beber, no debiendo utilizarse las mismas dependencias donde se realizan las pruebas funcionales

respiratorias o la terapia respiratoria para esos fines. Fumar está prohibido por ley en todas las áreas asistenciales.

Elementos comunes de los equipos de función pulmonar y terapia respiratoria

Boquillas

Dispositivo: Semicrítico.

Riesgo: Bajo.

De un solo uso:

– de cartón: deben desecharse una vez utilizadas.

Categoría de recomendación: IA.

De varios usos, reutilizables:

– de plástico, cilíndricas

– de goma /caucho tipo "submarinista".

Como todo dispositivo semicrítico reutilizable, deberá lavarse y esterilizarse antes de ser utilizado por cada paciente. Las boquillas deben lavarse con agua y detergente y, una vez secas, se introducen en bolsas de plástico para esterilización con óxido de etileno. Si no fuera posible la esterilización, se llevaría a cabo una limpieza profunda con agua y detergente y posteriormente una desinfección utilizando glutaraldehído al 2%.

Categoría de recomendación: IA.

Pinzas

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: II.

Es recomendable que sean de un solo uso, al menos las almohadillas o esponjas que se ponen en contacto directo con la piel. Si no fuera así, estos dispositivos deberían ponerse limpios, lavados con agua y detergente (frecuencia no establecida), interponiendo entre la pinza y la piel una gasa o papel de algodón desechable.

Circuitos, conexiones y válvulas

Dispositivo: No críticos.

Riesgo: Bajo.

Podemos distinguir los que se usan en:

1.- Laboratorio de función pulmonar. Los circuitos deberían ser preferentemente lisos. Al final de la jornada de trabajo las piezas deben desensamblarse para airearlas (podría conectarse un ventilador y así prevenir o eliminar el condensado de agua). Los circuitos deben lavarse con agua y detergente y posteriormente esterilizarlos (óxido de etileno) como mínimo una vez por se-

mana (aunque no está resuelta la frecuencia del lavado, este período parece racional).

Categoría de recomendación: II.

2.- Equipos de terapia respiratoria: Deben cambiarse para cada paciente.

Categoría de recomendación: IA.

Riesgo: Medio.

Particularidades:

- Vaciar el contenido del condensado en dirección contraria al paciente.

Categoría de recomendación: IA.

- Cambiarlos cada 48 horas en un mismo paciente.

Categoría de recomendación: IA.

- Para su reutilización deben ser lavados con agua y detergente, secados y esterilizados.

Categoría de recomendación: IA.

- Para desinfectar las válvulas deben seguirse las instrucciones del fabricante.

Mascarillas

Dispositivos: No críticos.

Riesgo: Bajo.

Deben cambiarse para cada paciente. Se recomienda lavarlas periódicamente, con frecuencia no establecida.

Categoría de recomendación: II.

Gafas nasales y sondas nasales

Dispositivos: Semicríticos.

Riesgo: Desconocido.

Deben cambiarse para cada paciente. Sería deseable que fuesen desechables, de un solo uso; si no es posible, se recomienda que los sistemas de administración de oxígeno estén siempre limpios (lavar con agua y detergente, frecuencia de limpieza no establecida). Parece razonable que se esterilicen, o al menos desinfecten, de manera periódica, aunque con frecuencia no establecida.

Categoría de recomendación: II.

Depósitos de agua de los humidificadores y nebulizadores

Dispositivos: No críticos.

Riesgo: Bajo (humidificador). Alto (nebulizador).

Categoría de recomendación: II (humidificador). IA (nebulizador).

Los reservorios de nebulizadores y humidificadores de un solo uso para salida de oxígeno de pared pueden ser seguros durante largos períodos de tiempo, y no se

sabe si necesitan ser cambiados de forma rutinaria antes de estar vacíos. Los reservorios de los humidificadores reciclables para uso de salida de oxígeno de pared deben ser lavados, aclarados y secados todos los días.

Los reservorios de nebulizadores y humidificadores deberían cambiarse y reemplazarse por otros esterilizados o desinfectados cada 24 horas. (En el caso concreto de los reservorios de los nebulizadores tipo Venturi deberían cambiarse sistemáticamente por otros esterilizados o desinfectados cada 24 h).

Los reservorios deben llenarse con los fluidos correspondientes inmediatamente antes de su uso, desechando y lavando el fluido residual previo.

Cámaras espaciadoras

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: II.

Constan de una boquilla, una válvula y la cámara propiamente dicha. Se sitúan entre la boca del paciente y los cartuchos presurizados del aerosol farmacológico. Permiten un mejor aprovechamiento de la medicación mediante las maniobras de inhalación y reducen el depósito de partículas en la orofaringe del paciente.

Pueden ser de uso:

1. Individual en el domicilio del paciente.
2. Reciclable para uso de varios pacientes en el hospital (sala, consultas...).
3. Individual en los ventiladores mecánicos.

Para la limpieza de las cámaras de inhalación deben ponerse las piezas aparte, tratando las boquillas y válvulas como se ha comentado anteriormente; la cámara debe lavarse con agua y detergente para posterior esterilización o, de no ser posible, desinfección (periodicidad no establecida). Las cámaras espaciadoras existentes en los los circuitos de ventilación mecánica son desechables y se cambian con dichos circuitos. Categoría de recomendación: IB.

Intercambiadores de calor y humedad

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: II.

Los intercambiadores de calor y humedad (ICH) realizan una de las funciones más importantes de las vías aéreas. Retienen el calor y la humedad del aire espirado y lo devuelven al inspirado durante la ventilación artificial. Las fosas nasales desempeñan esta función en condiciones normales y por este motivo se han denominado "narices artificiales". Si los ICH tienen además función de filtros bacterianos, se encargan de atrapar los microorganismos transportados por partículas sólidas o líquidas que están suspendidas en el aire inspirado.

En general los ICH reducen el condensado de agua en los circuitos de los respiradores y por tanto eliminan un riesgo conocido de neumonía nosocomial. Cuando se utilicen, deben reemplazarse sistemáticamente cada 24 horas o cuando

estén totalmente ocluidos por secreciones. No existe ninguna evidencia de que deban utilizarse con filtros bacterianos y antivíricos incorporados.

Filtros antibacterianos y antivíricos

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: III.

Parece que los filtros antibacterianos y antivíricos intercalados en los circuitos internos del ventilador previenen la contaminación bacteriana o vírica de estos circuitos, pero no se ha demostrado que esto sea necesario y las normativas de los CDC lo catalogan como una cuestión no resuelta.

Existe la costumbre extendida de colocar filtros antibacterianos y antivíricos en la salida de los circuitos espiratorios que eliminan aire contaminado al medio ambiente. En buena lógica, ésta sería una medida prudente para evitar las infecciones en cuidados intensivos, pero probablemente hay que esperar que los filtros que ya están en los circuitos espiratorios sean suficientes para eliminar este riesgo. No existen trabajos científicos que confirmen la utilidad de estas medidas.

No habiendo evidencias de transmisión infecciosa durante las exploraciones de función pulmonar, el uso regular de los filtros antibacterianos y antivíricos no es mandatoria cuando las precauciones y normas contenidas en esta normativa se han cumplido. La utilización de filtros puede afectar a las interpretaciones de los índices espirométricos, dada la resistencia que generan. Para comprobar la incidencia del filtro en la resistencia de los equipos, debe calcularse con todos los accesorios del equipo y no sólo midiendo la resistencia del filtro aislado. Debe tenerse en cuenta que la resistencia de los filtros puede aumentar según el número de maniobras efectuadas por el efecto retención de vapor de agua. Si se usan filtros, es recomendable realizar la calibración con el filtro instalado. El uso de filtros no debe sustituir la necesidad de limpiar y descontaminar de forma regular los equipos de función pulmonar.

Equipos de medición de la función pulmonar y de terapia respiratoria

En este apartado se comentan las medidas particulares de cada equipo. Las medidas de los elementos comunes se han mencionado ya en apartados previos.

Equipos de medición de la función pulmonar

Normas generales

a) El personal médico revisará las radiografías de tórax de los pacientes para detectar posibles portadores de enfermedad infecciosa pulmonar.

b) No se debe explorar a los pacientes con sospecha de infección pulmonar activa, o en todo caso su exploración se realizará al final de la jornada.

Espirómetro húmedo (Water-Seal)

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: III.

Este espirómetro utiliza el agua como sistema de cierre de una campana cilíndrica que se desplaza en función del aire introducido. El agua es siempre un buen medio de cultivo y como consecuencia un posible factor de contaminación bacteriana. Aunque no existe bibliografía que avale la transmisión microbiana, sí existen datos bibliográficos que describen colonización de los equipos y que ésta podría ser en principio una fuente de transmisión microbiana.

Recomendación :

- 1.- Separar todos los elementos removibles (tubuladuras, conexiones, etc.) utilizando el método de limpieza descrito en el apartado de elementos comunes.
- 2.- Aunque el método y la frecuencia no están bien establecidos, sería recomendable desensamblar las piezas y ponerlas aparte. Limpiar la campana con agua y detergente, y secarla. Vaciar el agua contenida en el recipiente del espirómetro y rellenarlo con agua destilada estéril. Una periodicidad semanal de estas medidas es obligatoria.

Neumotacógrafo

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: III.

No hay evidencias de que sean reservorios de contaminación bacteriana. Fundamentalmente los neumotacógrafos están termostatizados para evitar la condensación de vapor de agua de manera que no se produzca una obstrucción parcial de la resistencia. La falta de condensación de vapor de agua hace pensar en que esto sea la causa de que no se produzca crecimiento bacteriano en los neumotacógrafos termostatizados.

Recomendación:

- 1.- Separar todos los elementos removibles (tubuladuras, conexiones etc.) utilizando el método de limpieza descrito en el apartado correspondiente a elementos comunes.
- 2.- Coincidiendo con la limpieza (semanal) de la rejilla, se debe desmontar el neumotacógrafo, limpiarlo con agua y detergente, enjuagarlo con agua corriente, finalmente con agua destilada y secarlo.

Acaban de aparecer en el mercado neumotacógrafos de un solo uso. La falta de termostatización no evitará la formación de vapor de agua, lo que puede inducir un alto riesgo de contaminación bacteriana. Deberá reemplazarse para cada paciente y, en caso de reutilización, debe esterilizarse o realizarse una desinfección de alto nivel, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Espirómetros secos

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: III.

Recomendación: Respecto a los espirómetros secos de campana y de pistón (*dry rolling-seal*) no hay evidencias de que se produzca contaminación en la superficie interna de la campana, por lo que es innecesaria su desinfección. Con respecto a las tubuladuras y conexiones al espirómetro deberemos mantener la limpieza descrita en el apartado correspondiente a elementos comunes.

Otros espirómetros

Dispositivos: No críticos.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: III.

Recomendación: Los espirómetro de turbina, fuelle, alambre caliente (termistor) y ultrasónicos, al igual que los medidores de flujo pico (*peak flow meters*) pueden estar contaminados, y por ello sería recomendable su limpieza periódica con posterior secado (la frecuencia no está establecida). Si estos espirómetros están conectados a monitorización de ventiladores mecánicos, se deben cambiar y esterilizar para cada paciente.

Las tubuladuras y conexiones al espirómetro deben mantener la limpieza descrita en el apartado correspondiente.

Aparatos que miden los volúmenes pulmonares

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: III.

La técnica se ejecuta siguiendo por distintos métodos:

- Dilución de gases:
 - Por respiración única.
 - Por respiración múltiple.
- Pletismografía: El pletismógrafo corporal consta de:
 - Cabina:
 - paredes de cristal o metacrilato, limpieza con agua y detergente a una frecuencia no establecida.
 - suelo metálico con maqueta/tapiz de goma, limpieza con agua y detergente a una frecuencia no establecida.
 - Neumotacógrafo (véase apartado “Neumotacógrafo”).
 - Boquillas, válvulas y tubuladores que deben limpiarse periódicamente según el apartado correspondiente a elementos comunes.

Estudio de la transferencia de CO

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: II.

– La transferencia del CO por el método de respiración única (DLCO_{sb}) utiliza el siguiente material cuyo mantenimiento ya se ha descrito en parte en el apartado correspondiente a elementos comunes:

- Pinzas, boquillas, tubuladuras y neumotacógrafo.
- Bolsa inspiratoria que contiene la mezcla de gases a inspirar.
- Bolsa espiratoria destinada a recibir la muestra alveolar.
- Sistema de válvulas.
- Analizador de helio.
- Analizador de monóxido de carbono.

Los equipos cuentan con bolsas inspiratoria y espiratoria que son independientes, por lo que no se puede exhalar aire en la bolsa inspiratoria. Es razonable cambiar estas bolsas con cierta periodicidad (no establecida).

– La DLCO por el método de estado estable, además del espirómetro, pinzas y boquillas, precisa de dos bolsas de grandes dimensiones para contener la mezcla de gases inspiratorios y para el gas espirado (esterilizar semanalmente, aunque no está establecido).

Aparatos portátiles

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Desconocido.

Categoría de recomendación: III.

Medidores de presiones musculares

Los aparatos para medir presiones musculares constan de:

- Boquilla
- Tubo con cursor-obturador
- Conexiones
- Manómetro.

El tubo con el cursor-obturador y la tubuladura que lo conecta al manómetro deben ser desmontados para poder lavarlos con agua y detergente con facilidad. La frecuencia de esta operación no está establecida.

Medidores del pico de flujo (peak-flow metter)

Precisan de una boquilla y del propio medidor (existen distintos tipos) que consiste en un resorte que se desplaza proporcionalmente a la magnitud del flujo espiratorio. Muy utilizados para la monitorización de pacientes con asma. La falta de limpieza periódica puede dar lugar a la contaminación por hongos.

Deben lavarse con agua y detergente después de ser utilizados en cada paciente.

Gasometría arterial

Dispositivo: Crítico.

Riesgo: Alto.

Categoría de recomendación: IA.

La obtención de la muestra para la medición de los gases en sangre debe realizarse por personal entrenado, siguiendo una cuidadosa técnica, y conscientes de las posibles complicaciones.

Dada la posibilidad de transmisión de enfermedades a través de la sangre (hepatitis B y C, citomegalovirus, toxoplasmosis, mononucleosis infecciosa y sida), las instituciones dedicadas a prevenir enfermedades infecciosas emitieron unas recomendaciones universales para la manipulación de productos (muestras) de todos los pacientes ingresados en los hospitales, tratándolas todas como si fueran material contaminado y eliminando así la inconsistente seguridad que aportaría el señalar sólo las muestras de los pacientes contagiosos. De esta forma, la extracción de sangre se hace como si se tratara de material contaminado.

El técnico deberá lavarse las manos antes y después de cada extracción. Siempre debe utilizarse material de un solo uso: guantes, agujas (dispositivo crítico, riesgo bajo), jeringas... Una vez utilizadas, las agujas no deben nunca introducirse de nuevo en el capuchón protector, ya que, paradójicamente, puede ser causa de pinchazos accidentales. Las agujas deben guardarse -retirarse- en contenedores huecos, rígidos, no perforables y se eliminarán como residuo normal. Las superficies manchadas con fluidos corporales deben limpiarse con agua y detergente y posteriormente desinfectarse con hipoclorato sódico al 1%.

La mayoría de los analizadores de gases disponen de un sistema de succión y de lavado automático. Los restos de sangre producto del lavado del propio aparato deben tratarse como residuos sanitarios contaminados y colocarse en recipientes adecuados.

Equipos de ejercicio

Dispositivo: No crítico. Semicrítico para boquillas tubos y válvulas.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: II.

Los equipos utilizados en las pruebas de ejercicio constan básicamente de las siguientes partes (en relación con el riesgo de infección):

- Boquillas, conexiones, tubos y válvulas.
- Equipo de medición de la ventilación (neumotacómetro o similar).
- Analizadores de oxígeno y CO₂.
- Absorbentes y contenedores de saliva.

El riesgo de transmisión de infecciones respiratorias ha sido poco estudiado específicamente en estos equipos.

Las medidas a tomar para boquillas, conexiones, tubos, válvulas y equipos medidores de la ventilación son idénticas a las descritas para otros equipos. Debe prestarse especial atención a las zonas con posibles reservorios de humedad, que puedan facilitar la colonización y el crecimiento bacteriano. Los absorbentes de-

ben cambiarse con la frecuencia indicada por el fabricante y según las observaciones del técnico. Los contenedores de saliva deben estar limpios y estériles para cada paciente. Para el cuidado de los analizadores deben seguirse estrictamente las normas del fabricante, pero en general no suponen un riesgo especial de contagio.

Bolsas para muestras de gases

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: II.

Las bolsas de neopreno o de otros materiales capaces de almacenar muestras de gases (sacos de Douglas o similares), cuando se utilizan para contener aire espirado de pacientes, pueden actuar como reservorio de gérmenes, ya que la humedad actúa como elemento facilitador del crecimiento bacteriano.

Por este motivo, y aunque no existen pruebas contundentes en la literatura, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar el contagio. Las principales precauciones hacen referencia a la limpieza y muy especialmente al secado del interior de las bolsas, que podrá realizarse con aire caliente.

Humidificadores

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: IB.

Se utilizan para saturar de agua molecular el aire inspirado que se administra durante la oxigenoterapia; son, por tanto, completamente diferentes de los nebulizadores, en los que se producen aerosoles de pequeño tamaño que sobrepasan las grandes vías aéreas y se depositan distalmente.

Los humidificadores más simples son los que pueden utilizarse con tubuladuras y máscara facial, no siendo necesario su uso cuando se administra oxígeno a bajo flujo, por debajo de 3-4 l/min o una concentración de oxígeno inspirado < 30%.

A. Uso hospitalario.

1. Humidificadores desechables:

Recomendación: cambio para cada paciente. Limpiarlos cada 48 h y cuando se vacíen.

2. Humidificadores no desechables:

Recomendación: esterilización entre cada paciente o desinfección:

a) Limpiar los humidificadores y sus circuitos, incluyendo tubos y válvulas de espiración cada 48 h.

b) Esterilización por autoclave u óxido de etileno, o desinfección de alto nivel para los humidificadores de burbuja o de mecha, sus reservorios y los circuitos, incluyendo tubos y válvulas, entre cada paciente.

c) Descargar periódicamente y manejar como fluido contaminado cualquier condensado que se colecciona en el tubo. Tomar precauciones que impidan que el condensado drene hacia el paciente.

3. Fluidos de los humidificadores:

- a) Usar líquidos estériles para llenar los humidificadores.
- b. Cuando el nivel del agua en el humidificador esté bajo, vaciar el agua residual antes de rellenar el reservorio.
- c. Para reducir al mínimo las posibilidades de crecimiento microbiano, el llenado de los humidificadores se hará al iniciar la terapia del paciente y no antes.

4. Tubuladuras:

Es un accesorio ampliamente utilizado en los pacientes tratados con oxígeno. Dada la elevada frecuencia de condensados y su fácil contaminación, como hemos comentado, creemos necesario su cambio, esterilización o desinfección de alto nivel cada 48 h.

B. Normativas de uso domiciliario.

1. Utilizar un depósito del humidificador previamente esterilizado.
2. Llenar con agua destilada estéril.
3. Nunca rellenar el depósito. Desechar el sobrante y llenar de nuevo.
4. No retornar nunca el agua de condensación de las tubuladuras al reservorio.
5. Desinfección de alto nivel semanalmente.
6. Las tubuladuras, al igual que las gafas nasales, se sustituirán en cada reposición de los cilindros o cada 7-15 días y siempre que estén sucias.

Las fuentes de oxígeno (cilindros, tanques y concentradores) serán tratados periódicamente con desinfección de bajo nivel o según indicaciones del fabricante.

Nebulizadores

Los nebulizadores son aparatos que generan partículas de aerosol a partir de un líquido. Generalmente las partículas son de tamaños diferentes (aerosoles heterodispersos), acuosas o de sustancias farmacológicas disueltas. Precisan de una fuerza generadora (bombona de oxígeno o aire comprimido, electricidad, etc.) y de un elemento productor (sistema Venturi, ultrasonidos, etc.). Pueden clasificarse en dos grandes grupos:

a) Cartuchos presurizados comerciales ya preparados por el fabricante y que suelen utilizar los clorofluorocarbonos como elemento generador, aunque este propelente será reemplazado próximamente por otros que no dañen la capa de ozono. Habitualmente se utilizan para la administración de fármacos inhalados.

Dispositivo: Semicrítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: IB.

b) Nebulizadores tipo "jet" y "ultrasónicos", de uso personal u hospitalario (pruebas de provocación bronquial, administración de fármacos inhalados en el Servicio de Urgencias, etc.)

Dispositivo: Semicrítico.

Riesgo: Medio.

Categoría de recomendación: IB.

Los primeros, al ser de uso personal, no requieren más que las atenciones habituales de cuidado y limpieza. Si se añaden cámaras espaciadoras, en general, bastará también la limpieza con agua y detergente con posterior secado. Estas indi-

caciones deberán también seguirse con los equipos hospitalarios, además de poner en práctica las medidas de esterilización.

Los nebulizadores del segundo grupo, al contar con depósitos acuosos, pueden actuar como reservorio de gérmenes y contribuir a la transmisión de infecciones respiratorias. De esta forma, se han descrito infecciones por *Pseudomonas* spp., *Flavobacterium* spp., *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium*, etc.

Las normas generales para el cuidado y manejo de estos equipos, en especial los de uso hospitalario, son las siguientes:

- Separar al máximo todos los elementos constituyentes para facilitar su limpieza.
- Limpiar con agua corriente (a chorro), a ser posible caliente, utilizando un detergente habitual.
- Esterilizar las partes que estén en contacto directo con el paciente.
- De ser posible, personalizar al máximo el uso de estos equipos para cada paciente y utilizar material desechable.

Ventilación artificial

Los ventiladores artificiales son aparatos cuya función es sustituir a la ventilación espontánea y por tanto se aplican cuando hay una insuficiencia respiratoria grave. En general, en estas situaciones se utilizan ventiladores de características volumétricas, que son capaces de asegurar un volumen minuto fijo a pesar de las posibles variaciones que se den en la resistencia de las vías aéreas o en la compliancia del sistema pulmón-caja torácica. Se aplican casi siempre a través de un tubo de intubación o bien de una traqueostomía.

La ventilación no invasiva es aquella forma de ventilación mecánica que se aplica de forma externa a través de una mascarilla nasobucal o nasal. Hay dos formas que difieren en matices: presión de soporte inspiratorio y CPAP (*continuous positive airway pressure ventilation*), y que se aplican en situaciones diferentes: prevención de la intubación (presión de soporte inspiratorio, o CPAP) y en el síndrome de apneas nocturnas (CPAP).

Los pacientes que reciben ventilación artificial a través de un tubo de intubación tienen un riesgo entre 6 y 21 veces más alto de presentar infección respiratoria nosocomial que los pacientes que no reciben soporte ventilatorio. Además, el riesgo de presentar neumonía se incrementa en un 1% y por día. Este incremento del riesgo se debe parcialmente a la aspiración asociada a la intubación o a la traqueostomía, así como a la enfermedad de base de los pacientes. El riesgo de neumonía se incrementa por el acceso directo de las bacterias al árbol respiratorio inferior debido sobre todo a fugas intermitentes de secreciones acumuladas por encima del tubo orotraqueal. Además, el tubo se cambia a menudo y las bacterias pueden agregarse en su superficie, formando un glicocáliz que protege a estos agregados de bacterias de la acción de los agentes antimicrobianos o de las defensas del huésped. Algunos investigadores creen que estas bacterias pueden en principio despegarse durante las maniobras de succión y embolizar en el árbol respiratorio inferior causando neumonía focal.

Los patógenos que causan neumonía nosocomial, como los bacilos gramnegativos y los estafilococos, están ampliamente repartidos por todo el hospital, espe-

cialmente en las áreas de cuidados intensivos. La transmisión de estos microorganismos se produce con frecuencia a través del personal sanitario y muy especialmente de sus manos, que se colonizan de forma transitoria. Procedimientos como la aspiración de secreciones y la manipulación de los circuitos del ventilador o del tubo endotraqueal incrementan la probabilidad de colonización cruzada por estos microorganismos. El riesgo de contaminación cruzada puede reducirse mediante la utilización de técnicas asépticas y estériles o bien mediante la desinfección de los equipos cuando se requiera. Además, el riesgo se puede reducir con la eliminación de los patógenos de las manos del personal sanitario. En teoría, un lavado de manos adecuado es una forma eficaz de eliminar las bacterias transitorias de las manos del personal del hospital. Dado que el lavado de manos frecuente es una medida difícil de implantar, se ha recomendado además el uso sistemático de guantes. Esta medida, por ejemplo, se ha acompañado de una disminución efectiva de la incidencia de infecciones respiratorias por el virus respiratorio sincitial (VRS). De todas maneras, los patógenos nosocomiales pueden colonizar los guantes y se han referido epidemias atribuibles a no efectuar los cambios de guantes después de haber tocado a un enfermo.

Con respecto al cuidado de nebulizadores, humidificadores, filtros y aspiración de secreciones nos remitimos al apartado correspondiente.

La utilización de intercambiadores de calor y humedad (narices artificiales) reduce al mínimo la formación de condensado al elevar la temperatura del gas inspirado, y por tanto sería recomendable en aquellos casos en los que no se prevea una ventilación mecánica muy prolongada. Algunos de los intercambiadores son además filtros bacterianos. La eficacia exacta de estos filtros está aún por determinar.

En lo que hace referencia a la utilización de nebulizadores intercalados entre los circuitos del respirador, se ha visto que, si están colonizados, presentan un elevado riesgo de favorecer una neumonía nosocomial. Las precauciones que deben tenerse con estos aparatos están específicamente señaladas en el apartado correspondiente.

Recomendaciones específicas

1. Maquinaria interna: se recomienda esterilizar antes del uso en cada paciente.

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: III.

2. Circuitos del ventilador (incluyendo tubuladuras y válvulas espiratorias)

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: IB.

Actualmente se recomienda cambiar el circuito cada 48 h, aunque la tendencia creciente es cambiarlo para cada paciente.

3. Desechar periódicamente el condensado de agua con la precaución de no introducirlo en las vías aéreas del paciente.

Dispositivo: Semicrítico.

Riesgo: Alto.

Categoría de recomendación: IA.

Espirómetros manuales, resucitadores manuales y analizadores de oxígeno

Los espirómetros, los analizadores de oxígeno y los resucitadores manuales se han asociado a epidemias por bacilos gramnegativos, debido a la transmisión paciente a paciente de microorganismos patógenos. Los resucitadores manuales son especialmente difíciles de limpiar. Con respecto a estos últimos, se ha visto que la parte interna de la zona de la válvula espiratoria está muy frecuentemente contaminada. La educación del personal sanitario que los utiliza es esencial para evitar estas epidemias. Los espirómetros de bolsillo se utilizan para monitorizar durante la retirada de la ventilación mecánica el volumen minuto, el volumen corriente y la capacidad vital de los pacientes. Los analizadores de O₂ comprueban que la F_IO₂ que se suministra a un paciente coincida con la programada.

Espirómetros de bolsillo

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Medio.

Categoría de recomendación: IB.

Analizadores de oxígeno

Dispositivo: No crítico.

Riesgo: Bajo.

Categoría de recomendación: II.

Se utilizan durante las maniobras de reanimación, con mascarilla o bien acoplados a un tubo orotraqueal.

También se utilizan para la movilización de secreciones y para fisioterapia de los pacientes ventilados.

Resucitadores manuales

Dispositivo: Semicrítico.

Riesgo: Medio.

Categoría de recomendación: IA.

Las medidas generales para estos equipos son no transferirlos de paciente a paciente sin haberlos esterilizado. Se recomienda que exista un equipo individual para cada cama/paciente de Cuidados Intensivos. Para los resucitadores manuales se recomienda que cada paciente tenga el suyo y que se esterilicen antes del uso en cada paciente.

Consideraciones en estas normativas sobre pacientes VIH positivos

No existe ninguna evidencia clara de que el virus de la inmunodeficiencia humana se transmita por la saliva ni por las secreciones respiratorias, por lo que en principio no parece que ni los equipos de terapia respiratoria ni los equipos de medición de la función pulmonar puedan ser vehículos transmisores entre pacientes. A pesar de ello, y al igual que ocurre con las fibrobronoscopias, nuestra recomendación es utilizar equipos exclusivos para este tipo de pacientes. No se sabe si la intercalación de filtros, como los que se describen en las normativas, podrían ser eficaces para la retención del VIH. Con respecto al personal sanitario, se exige el uso de guantes y gafas protectoras siempre que pueda existir riesgo de formación de aerosoles, condensado de agua u otros productos que pudieran estar contaminados. Para la realización de las gasometrías nos remitimos a lo establecido en anteriores normativas y en el apartado correspondiente de la presente.

Bibliografía general

- AARC Clinical Practice Guideline. Humidification during mechanical ventilation. *Respiratory Care* 1992; 37: 887-890.
- Barbat J, Torres A, Arnáiz J. Los equipos de terapéutica respiratoria como factor de riesgo en las neumonías nosocomiales. *Med Clí (Barc)* 1986; 87: 119-124.
- Branson RD, Chatburn RL. Humidification of inspired gases during mechanical ventilation. *Respiratory Care* 1993; 38: 461-468.
- Bryan PS, Wong ES. Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia. Atlanta: Department of Health and Human Services for Diseases Control, 1982.
- Burgos F, Martínez C, Torres A, González J, Puig de la Bellacasa J, Roca J, Jiménez de Anta M^ªT^ª, Rodríguez Roisin R. Els equips de funció pulmonar com reservori de colonització i transmissió bacteriana (resultats preliminars). XI Diada Pneumològica, Reus, 1993 (abstrac).
- Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. *Respiratory Care* 1994; 12: 1.191-1.236.
- Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. Standardization of spirometry -1987 Update. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 1.285-1.298.
- Craven DE, Connolly MH Jr, Lichtenberg DA, Primeau MJ, Mc Cabe WR. Contamination of mechanical ventilator with tube changes every 24 or 48 hours. *N Engl J Med* 1982; 306: 1.505-1.509.
- Craven DE, Goularte TA, Make BA. Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits is a risk factor for nosocomial pneumonia? *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: 625-628.
- Craven DE, Kunches LM, Kilinski V, Lichtenberg DA, Make BJ, Mc Cabe WR. Risk factors for pneumonia and fatality in patients receiving continuous mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 792-796.
- Dreyfuss D, Djedaini K, Weber P, Brun P, Lanore JJ, Rahmani J, et al. Prospective study of nosocomial pneumonia and of patient and circuit colonization during mechanical ventilation with circuit changes every 48 hours versus no change. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 738-743.
- George RH, Gillet AP. Allergic bronchopulmonary aspergillosis. *Arch Dis Child* 1980; 55: 910-912.
- Gold PM, Schwesinger DW. Pulmonary laboratory infection control and safety. En Clausen JL (ed). *Pulmonary Function Testing: Guidelines and Controversies*. Academic Press Inc, 1982; 15-22.
- Graff TD. Humidification: indications and hazards in respiratory therapy. *Anesth-Analg* 1975; 54: 444.
- Hazaleus RE, Cole J, Berdichewsky M. Tuberculin skin test conversion from exposure to contaminated pulmonary function testing apparatus. *Respir Care* 1981; 26: 53-55.
- Heimlich HJ, Carr GC. The Micro-Trach. A seven years experience with transtracheal oxygen therapy. *Chest* 1989; 95: 1.008-1.012.
- Jones NL. *Clinical exercise testing (third edition)* Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1988.
- Knittle MA, Eitzman DV, Baer H. Role of hand contamination of personnel in the epidemiology of

- gram-negative nosocomial infections. *J Pediatr* 1975; 86: 433-437.
- Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Gouin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers during long-term mechanical ventilation: a prospective randomized study. *Chest* 1991; 100: 160-163.
- Misset B, Escudier B, Rivara D, Leclercq B, Nitemberg G. Heat and moisture exchanger us heated humidifier during long-term mechanical ventilation: a prospective randomized study. *Chest* 1991; 100: 160-163.
- Pascual I, Poblador G, Barreda S, Carrión S, Doménech L. Evaluación de un sistema automático para tratamiento de residuos líquidos contaminados biológicamente (BIOSANIT). VII Congreso Nacional de Técnicos de Laboratorio. Vigo, Mayo 1994.
- Piédrola GA, Domínguez V, Cueto A. Segundas Jornadas de Higiene y Medicina Preventiva Hospitalarias. Santiago de Compostela, 1978.
- Pierce AK, Sanford JP. Bacterial contamination of aerosols. *Arch Intern Med* 1973; 131: 156-159.
- Pi-Sunyer T, Llorens M, Feliu A, et al. Gestió intra-centre dels residus sanitaris, (en prensa).
- Recomanacions per la prevenció de la infecció als centres sanitaris, 2a edició. Departament de Sanitat i Seguretat Social, Generalitat de Catalunya. Ed. Verge i Grau, Moner i Coromina, 1991.
- Reinartz JA, Pince AK, Mays BB, Sandford JP. The potential role of inhalation equipment in nosocomial pulmonary infection. *J Clin Invest* 1965; 44: 83.
- Reybrouck G. Role of the hands in the spread of nosocomial infections. *J Hosp Infect* 1983; 41: 103-110.
- Rodríguez Roisin R, Agustí A, Burgos F, Casán P, Perpiñá M, Sánchez Agudo L, Sobradillo V. Normativa sobre gasometría arterial. Barcelona: Doyma, 1987.
- Rutala WA. APIC Guidelines for selection and use of disinfectants. En: APIC Guidelines for infection control practice. *Am J Infect Control* 1990; 18: 99-117.
- Rutala DR, Rutala WA, Weber DJ, Thomann CA. Infection risk associated with spirometry. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991; 12 (2): 89-92.
- Sánchez Agudo L, Cornudella R, Estopá R, Molinos L, Servera E. Normativa sobre la indicación y empleo de la oxigenoterapia crónica domiciliaria (OCD). Barcelona: Doyma, 1986.
- Sanchis J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la espirometría forzada. Barcelona: Doyma, 1985.
- Scott EM, Gorman GP. Sterilization with glutaraldehyde. En: Block SS, ed. *Disinfection, sterilization and preservation*, ed. 3. Philadelphia: Lea and Febiger, 1983; 65-88.
- Shelley MP. Inspired gas conditioning. *Respiratory Care* 1992; 37: 1.070-1.080.
- Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. En: Lawrence CA, Block SS, eds. *Disinfection, sterilization and preservation*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1983; 517-53.
- Steere AC, Mallison GF. Handwashing practices for the prevention of nosocomial infections. *Ann Intern Med* 1975; 83: 329-333.
- Tablan OC, Williams WW, Martone WJ. Infection control in pulmonary function laboratories. *Infection Control* 1985; 6: 442-444.
- Tammeling GJ, Quanjer PhH, Cotes JE, Fabbri LE, Matthys H, Pedersen PF, et al. Standardized Lung Function Testing. *Eur Respir J* 1993; 6 (Suppl. 16).
- Tellán OC. Issues on prevention of nosocomial pneumonia. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Nov 17, 1992.
- Woo AH, Goetz A, Yu VL. Transmission of Legionella by respiratory equipment and aerosol generating devices. *Chest* 1992; 102: 1.596-1.590.
- Ziment I. Hidratación, humidificación y tratamiento mucocinético. En: Earle B, Weiss MD, eds. *Asma bronquial: mecanismos y terapéutica*, ed. 2. 1986; 748-66.