

## **CALIDAD AMBIENTAL EN QUIRÓFANOS Y ÁREAS CRÍTICAS DE HOSPITALES. CONTROLES MICROBIOLÓGICOS**

C. ADELANTADO, R. M. CALVO, L. AROSEMENA Y M.<sup>a</sup> ÁNGELES CALVO TORRAS

### **INTRODUCCIÓN**

La presencia en la atmósfera de microorganismos y partículas inertes, ejerce un papel determinante en la calidad microambiental de quirófanos, salas de prematuros, neonatos, Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) y Unidades de Vigilancia Intensiva (UVI). El control de estos ambientes es crítico, ya que si no se lleva a cabo de forma rigurosa, puede ser una de las causas de mortalidad registradas como consecuencia de infecciones nosocomiales o adquiridas en el ambiente hospitalario.

Los estudios que permiten evaluar la contaminación microbiológica general del aire de un centro hospitalario no son muy abundantes y ello es debido fundamentalmente a las grandes variaciones del contenido microbiológico del aire de las diferentes áreas del hospital, de los sistemas de ventilación empleados, así como de la proximidad a otras fuentes de microorganismos.

En los estudios realizados, la media de microorganismos detectados oscila, generalmente entre 10 y 20 por cada 350 a 700 m<sup>3</sup> de aire, siendo los quirófanos y las áreas de cuidados intensivos los que poseen niveles más bajos.

Entre los microorganismos aislados, un tercio corresponde a cocos Gram positivos, otro tercio a bacilos Gram positivos y el tercio restante a bacilos Gram negativos y hongos.

Los cocos Gram positivos son más predominantes en quirófanos, los bacilos Gram positivos en zonas de lavandería y áreas de almacenamiento de residuos, cocinas, etc., y los bacilos Gram negativos se detectan principalmente en zonas de pasillos y de tránsito.

Entre los géneros y especies más frecuentemente relacionados con el que podríamos denominar Síndrome del Quirófano Enfermo, y que han sido aislados más recientemente podríamos citar:

### Bacterias

*Staphylococcus aureus*  
*Streptococcus* spp.  
*Legionella pneumophila*  
*Bacillus* sp.

### Hongos filamentosos

*Aspergillus* spp. (*A. niger*, *A. fumigatus*, *A. flavus*)  
*Scedosporium* sp.

### Levaduras

*Rhodotorula* sp.  
*Candida* sp.

Los hongos habitualmente se encuentran en el medio ambiente externo y son abundantes en el suelo y en los vegetales, pueden pasar a formar parte del medio ambiente interior. Las diferencias entre el ambiente interior y exterior dependen fundamentalmente del sistema de ventilación utilizado, así como de las medidas de higiene aplicadas. Los niveles de hasta 100 UFC/m<sup>3</sup> de hongos saprófitos pueden detectarse de forma rutinaria en ambientes interiores y ser considerados como normales, excepto en aquellas zonas en las que el ambiente incida sobre una población con deficiencias inmunológicas o enfermedades del sistema inmune.

Uno de los microorganismos que ha sido aislado más frecuentemente en ambientes hospitalarios es *Aspergillus fumigatus*. La capacidad de los hongos miceliares de producir un abundante número de conidios, de pequeño tamaño, determina que se dispersen con gran facilidad por el ambiente, tanto interior como exterior, de los edificios. La inhalación de estos conidios es frecuente, y raramente ocasiona problemas en los individuos inmunocompetentes, ya que son eliminados con facilidad por los sistemas de defensa. Sin embargo en individuos inmunodeficientes se pueden desencadenar graves procesos respiratorios como la aspergilosis broncopulmonar alérgica (ABA). En el año 1992, *Aspergillus fumigatus* fue el responsable del 30 por 100 de las infecciones de etiología fúngica en pacientes que murieron por un proceso cancerígeno y se considera que la aspergilosis invasiva se manifiesta entre el 10 y el 25 por 100 de los pacientes con leucemia en los que la tasa de mortalidad es del 80 al 90 por 100, incluso cuando se aplica tratamiento. La aspergilosis invasiva se considera en la actualidad que es la mayor causa de mortalidad en los centros de tratamiento de leucemia y trasplante de médula ósea, así como en las unidades de trasplante de órganos.

## ZONAS DE RIESGO EN UN CENTRO HOSPITALARIO

En función de las características de los pacientes se pueden establecer diferentes zonas de riesgo en un centro hospitalario.

1. Zona de alto riesgo:
  - Quirófanos: Cirugía cardíaca y vascular. Neurocirugía. Trasplante de órganos. Cirugía de implantes.
  - Unidades de aislamiento para la hospitalización de pacientes inmunodeprimidos.
2. Zona de riesgo intermedio:
  - Otros quirófanos.
  - Unidades de cuidados intensivos. Zonas de hospitalización de pacientes oncológicos.
  - Unidades de quemados.
  - Otras unidades de cuidados especiales.
3. Zona de riesgo similar al de la vivienda habitual o a la calle.

## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL

Las medidas preventivas o de control van encaminadas a evitar la presencia de los contaminantes bióticos en el medio ambiente y a eliminar los factores de riesgo en los pacientes susceptibles.

En las zonas de alto riesgo, principalmente en los quirófanos, el aire debe ser suministrado por medio de un equipo de climatización. El aire debe ser aire exterior, en la medida de lo posible. El número de renovaciones por hora del aire suministrado a los quirófanos debe ser como mínimo de 15.

La velocidad del aire no debe exceder de 0,3 m/seg, con el fin de que no se produzcan turbulencias.

Debe purificarse el aire exterior eliminando las partículas en suspensión por medio de diversos niveles de filtración, que debe incluir la filtración absoluta con eficacia del 99,97 por 100 al 99,99 por 100 para partículas de 0,3  $\mu$ . La velocidad media de paso es del orden de 0,03 a 0,05 m/sg.

La temperatura será regulable en un rango de 20 a 25° C.

Los valores de la humedad relativa pueden oscilar entre 45 y 60 por 100 en invierno y entre 50 y 60 por 100 en verano.

En los quirófanos es imprescindible mantener el adecuado porcentaje de humedad relativa tanto por motivos asistenciales como para eliminar las cargas electrostáticas.

Los niveles admisibles de ruido para los equipos de climatización no debe exceder de 35 dBA.

Los quirófanos deben estar en condiciones de sobrepresión respecto a otras zonas y locales adyacentes.

El aire acondicionado debe ponerse en funcionamiento al menos dos horas antes del inicio de cualquier intervención y mantenerse durante toda la actividad quirúrgica.

La limpieza y desinfección son medidas necesarias tanto entre intervenciones como de forma diaria. La circulación del personal debe ser lo más restringida posible para evitar contaminaciones innecesarias.

## **CONTROL MICROBIOLÓGICO**

El control de la contaminación microbiológica mediante muestreos sistematizados es un necesario registro de la calidad ambiental que permiten establecer los niveles de contaminación de la zona muestreada y en base a ellos, controlar el sistema de ventilación de los quirófanos y los posibles reservorios de contaminación.

Los quirófanos de cirugía especial Tipo II y el resto de zonas de alto riesgo serán sometidas a un control con una periodicidad mensual o bimensual.

Asimismo se deberán realizar controles cuando se ponga en marcha un nuevo quirófano o se detecte alguna anomalía en la ventilación, un brote epidémico y cuando se realicen obras en la proximidad del quirófano.

## **MÉTODOS DE MUESTREO**

Entre los métodos de muestreo podemos citar:

Métodos volumétricos.

Métodos por impacto.

Métodos estáticos.

El método estático o por sedimentación en placa se basa en la exposición de placas, conteniendo el medio de cultivo adecuado por espacio de una hora.

El método volumétrico permite analizar un volumen concreto de aire.

El volumen de aire a muestrear podemos fijarlo en aproximadamente 1 metro cúbico de aire. El volumen máximo por unidad de muestra dependerá del sistema utilizado en el muestreo, pero varía entre 300 litros y 1 m<sup>3</sup>.

El muestreo debe hacerse en dos áreas del quirófano, una en la zona de la rejilla de impulsión del aire acondicionado al quirófano para valorar el sistema del aire acondicionado y otra en el centro del quirófano a un metro de altura aproximadamente del suelo, para poder valorar también el estado de la limpieza e higiene del quirófano.

Las tomas de muestras se deben realizar antes del comienzo de la actividad quirúrgica, con el menor número de personas presentes, sin aperturas de puertas, guillotinas ni movimientos.

Los medios de cultivo dependerán de la microbiota a determinar, pero generalmente se empleará agar Triptona Soja (TSA) para bacterias aerobias mesófilas y agar glucosado de Sabouraud adicionado de 30 ppm de clorhidrato de tetraciclina o agar rosa de Bengala para los hongos. Las placas para determinación de bacterias se incuban a 30° C durante 24-48 horas y las de hongos a 25-28° C durante 3 a 5 días.

## NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACEPTABLES

Los niveles de contaminación se expresan en UFC/m<sup>3</sup>.

Niveles de 1 a 2 UFC/m<sup>3</sup> son habituales en muestras de quirófanos convencionales. Si se repite un mismo microorganismo en muestras secuenciadas debemos plantearnos la posibilidad de que sea un contaminante y que el ambiente se haya convertido en un posible reservorio. Es habitual encontrar recuentos 2 ó 3 veces superiores en las muestras obtenidas en el centro de la sala que en la muestra obtenida en la entrada de aire.

Como niveles aceptables podemos indicar los siguientes:

<u>Hongos</u>	
Para quirófanos Tipo II: < 4 UFC/m <sup>3</sup>	
<u>Microbiota aerobia mesófila total</u>	
Ambiente muy limpio:	< 10 UFC/m <sup>3</sup>
Ambiente limpio:	10 a 100 UFC/m <sup>3</sup>
Ambiente aceptable:	100 a 200 UFC/m <sup>3</sup>

En las zonas definidas de riesgo intermedio, los niveles estarán en función del tipo de ventilación y la estructura de la zona. La interpretación en estas zonas es más difícil, por lo que deben realizarse estudios periódicos para poder establecer un seguimiento del estado general del medio ambiente.

## CONTAMINACIÓN FÍSICA

Otro aspecto a considerar es el grado de contaminación física, consecuencia fundamentalmente de las técnicas hospitalarias utilizadas.

El control «domobiótico» de las variables electromagnéticas en el entorno clínico pueden colaborar eficazmente a una significativa reducción de las patologías de etiología nosocomial.

Los criterios de medicina preventiva indican que factores ambientales como la humedad relativa y la temperatura favorecen de forma altamente significativa el desarrollo y proliferación de parásitos y microorganismos, habituales en el medio ambiente y por tanto en el ambiente clínico como son: ácaros, bacterias y hongos.

Es posible controlar la impedancia, logrando una toma de tierra cero en quirófanos, debido a la alta susceptibilidad bioeléctrica del paciente anestesiado, que se manifiesta marcadamente electrosensible.

Con el fin de mejorar la calidad del ambiente clínico, se proponen un control de calidad microambiental que afecta a materiales, instalaciones y especialmente a la calidad del aire e incrementa la seguridad biológica del entorno hospitalario.

La aplicación de criterios domobióticos exige eliminar todas las cargas electrostáticas producidas por los materiales dieléctricos o aislantes, generalmente sintéticos que deben sustituirse por materiales conductores. Igualmente debe prestarse especial atención a los productos químicos de limpieza, ya que su uso produce emisiones químicas y cargas estáticas y deben ser sustituidos por productos antiestáticos naturales.

Siguiendo el criterio domobiótico para edificios enfermos, es preciso reducir a valores biológicos, 120 a 130 V/m, la tensión eléctrica de la atmósfera interior, que debería equipararse al aire limpio, fresco y relajante de un entorno natural. Debe eliminarse todo campo eléctrico o magnético de fuentes internas como los motores, los transformadores, las reactancias, etc., y deben apantallarse los campos electromagnéticos externos de alta y baja frecuencia, tan presentes como consecuencia de la tecnología hospitalaria: RX, resonancia magnética, TAC, etc.

A partir de investigaciones microbiológicas, se ha demostrado que los iones positivos en el aire favorecen el crecimiento de los microorganismos y por el contrario un ligero predominio de los iones negativos tiene efectos bacteriostáticos y en altas dosis pueden ser bactericidas.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Biomquist, G. 1994. Sampling of biological particles. *Analyst* 119: 53-56.
- Eduard, W. 1996. Methods for quantitative assessment of airborne levels of non-infectious microorganisms in highly contaminated work environments. *AIHA Journal* 59: 113-127.
- UNE-EN 1309. Mayo 2001. Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la medición de microorganismos y endotoxinas en suspensión en el aire, 29 pp.