

INFRAESTRUCTURA DE UNA UNIDAD ONCOLÓGICA: lo necesario para la prevención y control de infecciones

- Dra. Tanya Díaz Cadena.^{1*}
- Dra. Gabriela Escamilla Asiain.²
- Dra. María de Lourdes Vega Vega.²

RESUMEN

Las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) representan un problema relevante a nivel sanitario. Los pacientes adquirirán infecciones relacionadas al contacto directo con el personal de salud, a dispositivos invasores requeridos para su tratamiento y relacionados con el ambiente hospitalario. La vigilancia activa de la infraestructura hospitalaria es primordial para la prevención y control de infecciones en pacientes, principalmente aquellos que están inmunocomprometidos y con alto riesgo de adquirir microorganismos oportunistas. Los brotes infecciosos —relacionados con ambientes hospitalarios anticuados y desgastados, sin infraestructura adecuada, en proceso de construcción y con propagación de polvo— son históricamente reconocidos. El impacto en la transmisión de microorganismos bacterianos, víricos o fúngicos representa un problema de relevancia cuando se trata de pacientes oncológicos, con trasplante de células madres hematopoyéticas y otros estados que condicionen inmunosupresión. Es importante enfocar la prevención y control de infecciones en la infraestructura hospitalaria, resaltando la mejora en la calidad del agua, la contención de partículas potencialmente infectocontagiosas transmitidas por una inadecuada ventilación y el control de infecciones durante construcciones y/o remodelaciones hospitalarias.

PALABRAS CLAVE

Prevención y control de Infecciones, cáncer, inmunosupresión, infraestructura hospitalaria.

ABSTRACT

Health care-associated infection (HAL) represents a relevant health problem. Patients will acquire infections related to direct contact with health personnel, invasive devices required for their treatment and related to the hospital environment. Active surveillance of the hospital infrastructure is essential for the infection prevention and control (IPC) in patients, mainly those who are immunosuppressed and at high risk of acquiring opportunistic microorganisms. Infectious outbreaks —related to antiquated and obsolescing hospital environments, without adequate infrastructure, in the process of construction and with the spread of dust— are historically recognized. The impact on the transmission of bacterial, viral or fungal microorganisms represents a problem of relevance for institutions, particularly when are oncological patients, bone marrow transplant and other immunosuppression conditions. It is important to focus on the IPC in the hospital infrastructure, highlighting the improvement in water quality, the containment of potentially infectious particles transmitted by inadequate ventilation and infection prevention during remodeling and renovation infrastructure.

KEY WORDS

Health care-associated infection, cancer, immunosuppression, hospital infrastructure.

¹ Departamento de Control de Infecciones, Hospital Infantil Teletón de Oncología
² Departamento de Oncología, Hospital Infantil Teletón de Oncología.

* Correspondencia:
Anillo Vial II Fray Junípero Serra 1999
Col. Rancho Menchaca, C.P. 76140
Querétaro, Querétaro
Teléfono: (55) 1 599-9713
e-mail: diaz@hospitalteleton.org.mx

Introducción

Las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) son un problema importante de salud pública por su alta morbimortalidad y las consecuencias importantes sobre los pacientes, personal sanitario y sistemas de salud alrededor del mundo. El paciente inmunocomprometido es particularmente vulnerable a los detrimentos estructurales del ambiente hospitalario. Crear un programa de prevención y control de infecciones que permita abanderar la calidad en la atención y seguridad en el paciente oncológico debe ser prioritario dentro de las políticas de nuestros hospitales.^{1,2}

La implementación de un programa de infraestructura para la prevención y control de infecciones en un área oncológica debe incluir el desarrollo de procesos sistematizados, que incluyan al menos:³⁻⁵

1. Recursos humanos: personal del área de la salud capacitado que realice vigilancia epidemiológica activa y que tenga facultad de gestionar tareas con autoridades institucionales y, asimismo, otorgue retroalimentación al equipo de salud.

2. Protocolos de atención: que contengan políticas y lineamientos que apliquen a toda la institución de manera uniforme y que agrupen, al menos:

a. Programas universales, como: higiene de manos, precauciones basadas en la transmisión y manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos.

b. Infraestructura hospitalaria para la prevención y control de infecciones.

c. Paquetes preventivos relacionados con dispositivos invasores en el paciente.

d. Prevención de infecciones en el personal de salud.

3. Comité multidisciplinario: que diseñe estrategias, evalúe la situación local y emita propuestas de solución en temas de prevención y control de infecciones.

En éste artículo, abordaremos las estrategias de infraestructura hospitalaria indispensables, con la que debe contar una institución que brinde atención a pacientes vulnerables inmunológicamente.

Calidad del agua

El agua ha sido pilar en el desarrollo de asentamientos humanos alrededor del mundo; sin embargo, también ha sido el vehículo de pro-

pagación de enfermedades que han causado la muerte de millones de personas, como fiebre tifoidea, hepatitis A y cólera, entre otras. Dentro de las estrategias de infraestructura, el agua potable representa, sin más, uno de los derechos básicos de la humanidad y una política eficaz en la protección de la salud. Enfáticamente, una buena inversión en calidad del agua, retribuirá en la disminución de efectos adversos para la salud y reducción de costos por motivos de asistencia médica.⁶

La vigilancia de la calidad del agua en las instituciones de salud debe incluir la eliminación de microorganismos (**Tabla 1**), principalmente coliformes fecales o microorganismos termotolerantes; ausencia de sedimento y adecuada cloración del agua. En México, un estudio de prevalencia puntual sobre infecciones nosocomiales en 54 hospitales generales del país, realizado en 2011; mostró que 72% de los hospitales evaluados contaban con evidencia de medición de niveles de cloración del agua en la unidad. Únicamente en un hospital, se detectó niveles de cloro de al menos 0.5 mg/L en todas las áreas evaluadas. Se estimó que 17% de los hospitales evaluados, tuvieron apenas niveles detectables por clorímetro (0.1 mg/L).⁶

Tabla 1. Microorganismos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de agua hospitalarios.

Microorganismo	Importancia para la salud
<i>Campylobacter</i> sp. <i>E. coli</i> enteropatógena <i>E. coli</i> enterohemorrágica <i>Legionella</i> sp.	Alta
Micobacterias no tuberculosas	Baja
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Moderada
<i>Salmonella</i> sp. <i>Shiigella</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> Adenovirus Enterovirus Virus de la hepatitis A y E Rotavirus <i>Acanthamoeba</i> sp. <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Cyclospora cayetanensis</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia intestinalis</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Schistosoma</i> sp.	Alta

Los procesos de potabilización del agua se pueden llevar a cabo con hipoclorito de sodio, método factible y económico; u otros componentes, tales como; yodo, ozono, luz ultravioleta, plata iónica o coloidal y/o procesos de coagulación-sedimentación-filtración. Se requiere niveles de cloro residual no menores a 0.2 mg/L al final de la tubería y al menos de 0.5 mg/L a la salida del agua (**Tabla 2**). Será importante el monitoreo permanente del cloro residual así como control bacteriológico y físico-químico del agua.

Tabla 2. Parámetros básicos de calidad de agua.

Niveles de cloración de agua*	0.2-0.5 mg/L
Turbiedad	1-5 UNT***
pH	6.5-8
Coliformes totales	Ausente
Gas sulfídrico**	Ausente

*Con niveles promedio entre 0.9-1.5 mg/L se estima una supervivencia de microorganismos de 0.01% en 100 ml de agua. Niveles mayores de 2 mg/L de cloro residual evidencia su sabor, lo que puede ocasionar disminución del apego al agua potable por parte del consumidor. ** Se asocia con contaminación fecal. *** UNT, unidad nefelométrica de turbidez.

Con relación a la toma de muestra bacteriológica para búsqueda de *Vibrio cholerae* y coliformes, se sugiere el uso de frasco de vidrio estéril de boca ancha y tapa roscada, o bolsa estéril con cierre hermético; con capacidad de 125 a 250 ml. En caso de que el cultivo tenga cloro residual, se debe agregar 0.1 ml de tiosulfato de sodio a 3% por cada 125 ml de agua. El sitio de la toma de la muestra debe ser desinfectado previamente con hipoclorito de sodio y se deberá dejar correr el agua por tres minutos. El transporte de la muestra hacia el laboratorio es con bolsas refrigerantes a una temperatura entre 4 °C y 10 °C y deberá procesarse en laboratorio en un periodo de seis horas posterior a la toma de la muestra.

Los avances tecnológicos en tema de calidad del agua, pueden representar costo-beneficios que favorezcan a una institución de salud, particularmente a pacientes inmunocomprometidos que requieren de terapias intervencionistas y dispositivos invasores de manera rutinaria. Éstos sistemas cuentan con tecnología avanzada; en donde el agua extraída de cisternas, se envía a un sistema por equipo de bombeo que llevará un proceso de triple filtración.^{7,8}

a) Filtro de grava y arena que separa sólidos.

b) Filtro de carbón activado que remueve cloro, sabor, color y olor.

c) Filtros de suavizadores y resinas catiónicas que remueven minerales como calcio y magnesio, y regulan el pH.

Finalmente, el agua pasa por un filtro pulidor que removerá impurezas más pequeñas del agua y el uso de lámparas de rayos ultravioleta eliminará formas bacterianas. Durante la evaluación de la calidad del agua, será relevante dejar precipitar una muestra por ocho horas, para revisar posteriormente la existencia de sedimento como indicador de contaminación de material orgánica.

Ventilación

Un problema importante que resalta la presencia de IAAS, es la pobre infraestructura en el control ambiental existente en los hospitales: falta de presurización, de ventilación y filtros de aire. La correcta clasificación de filtros de aire es crítica para la remoción de partículas infecciosas transportadas por aire o polvo, que pueden causar infecciones oportunistas graves en pacientes pediátricos con cáncer. Generalmente se tratan de microorganismos diminutos que se suspenden largos periodos de tiempo en el aire como *Aspergillus* sp., *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium tuberculosis* y algunos virus como rubéola, influenza y virus sincitial respiratorio que producen neumonías graves en pacientes inmunocomprometidos.^{9,10}

Se requieren filtros de aire de alta eficiencia para remover 99.97% de los microorganismos oportunistas transportados a través del aire, con apoyo de pre-filtros o filtros intermedios que capturan partículas de gran tamaño y alargan la vida de los filtros finales. La selección de filtros se debe hacer con base en su propia eficacia, utilizando el valor mínimo reportado de eficiencia (MERV), el cual permite calcular la capacidad mínima de una partícula para ser removida con base en su tamaño. Teniendo conocimiento del tipo de filtro que requiere la unidad hospitalaria, será importante que el departamento de control de infecciones realice doble verificación de la calidad del aire a través de la medición rutinaria de partículas de acuerdo al área crítica o no crítica donde se encuentre el paciente. Áreas críticas hospitalarias (unidad de trasplante, terapia intensiva y quirófanos) deben contar con estándares internacionales de normalización de calidad de aire; cumpliendo con aislamiento con presión positiva, lo cual representa bombeo de aire limpio y filtrado de manera continua dentro de la habitación; con

Tabla 3. Concentración máxima permisible de partículas por m³ de aire en una habitación, según ISO 14644 1-2015.

ISO	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1 µm	5 µm
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1000	237	102	35	8	
ISO 4	10000	2370	1020	352	83	
ISO 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO 7				352000	83200	2930
ISO 8				3520000	832000	29300
ISO 9				35200000	8320000	293000

mínimo de 20 recambios de aire por hora, temperatura de 22 °C +/- 2 °C y humedad relativa de 50% +/- 10.¹¹⁻¹³ La concentración máxima permisible de partículas por m³ de aire en una habitación, de acuerdo con ISO 14644 1-2015, se muestra en la **Tabla 3**.

Construcción y/o remodelación de hospitales

Es un escenario común, la remodelación, renovación y/o construcción de nuevas áreas hospitalarias a consecuencia del incremento de la demanda de pacientes, adquisición de equipos diagnósticos nuevos y de vanguardia o creación de áreas ambulatorias para la recepción de tratamientos médicos. Es responsabilidad del Equipo de Control de Infecciones evaluar que dicha infraestructura se realice bajo lineamientos de protección y prevención de infecciones hacia los pacientes, personal de salud y visitantes; por el riesgo de transmisión de microorganismos oportunistas (*Aspergillus* sp., *Legionella* sp., etc.) que se encuentran en el aire, agua, techos, plafones o polvo de construcción.

Durante el proyecto de remodelación y/o construcción se deben incluir y evaluar las siguientes recomendaciones:

- Sistema correcto de ventilación y uso de presiones negativas
- Adecuado control de suministro de agua y estaciones para higiene de manos con agua y jabón y/o soluciones alcoholadas
- Área segura para preparación de soluciones endovenosas y medicamentos así como para resguardo de material estéril y limpio
- Habitaciones de aislamiento y paredes o cortinas herméticas que separen el área en construcción

Deberá contar con una ruta de tránsito del personal de la obra y del personal de salud, así como limpieza diaria de polvo y suciedad para eliminar riesgos de transmisión de microorganismos patógenos.

Se sugiere que en cada remodelación y/o construcción, el responsable del proyecto evalúe el tipo de construcción y el riesgo del paciente, para elaborar una matriz de riesgo que permita emitir recomendaciones de prevención y control de infecciones.

Respecto al tipo de construcción, habrá de considerarse:

- a) Actividades no invasoras, como trabajo de pintura, electricidad o plomería menor.
- b) Trabajos que generan mínima cantidad de polvo, tales como insta-

lación de cableado o corte de paredes o techos donde el polvo pueda ser controlado.

c) Trabajos que generan moderada a alta cantidad de polvo, como construcción de una nueva pared o, simplemente, trabajos que requieren más de un turno para llevarse a cabo.

d) Actividades de mayor remodelación o una nueva construcción.

Por su parte, el nivel de riesgo para el paciente y el área de trabajo se categoriza de la siguiente manera:

1. Bajo: si se trata de áreas administrativas.

2. Medio: en las áreas de atención ambulatoria y consulta externa.

3. Alto: en las áreas de hospitalización de pacientes inmunocomprometidos.

4. Muy alto: incluyen a pacientes inmunocomprometidos, área de trasplante de células madre, terapia intensiva y quirófanos.

Con base en el tipo de proyecto y tipo de riesgo, se define una matriz de riesgos que permitirá emitir recomendaciones.^{14,15} En definitiva, los pacientes oncológicos pediátricos corresponden a riesgo 4 (muy alto) que conlleva trabajos correspondientes de clase II en adelante (**Tabla 4**).

Discusión

Las IAAS son causa importante de morbimortalidad a nivel mundial, siendo mayor el impacto en hospitales con recursos limitados. La prevención y control de infecciones en el paciente inmunocomprometido ha tomado un papel protagónico en años recientes, sin embargo, aún hay cabos sueltos en lo relacionado con el entorno del paciente.

En 2011 se realizó un estudio de prevalencia puntual en hospitales mexicanos, donde se mencionan tasas de infecciones nosocomiales entre 8.1 y 37.7 casos por cada 100 días/pacientes; de éstos hospitales, 62% contaban con un servicio exclusivo para la vigilancia de IAAS, cuyos procesos estarían dirigidos primordialmente a la prevención de infecciones relacionados directamente con el paciente (vigilancia de dispositivos invasores, control de antimicrobianos e higiene de manos, entre otros); sin embargo, en lo que concierne a los temas de infraestructura, la vigilancia era limitada.

Está claro que el paciente inmunocomprometido adquirirá infecciones a través de tres vías principales: su biota habitual, contaminación cruzada proveniente principalmente del personal de salud y de los microorganismos oportunistas del medio ambiente. Por ello, es de suma importancia, la vigilancia de procesos relacionados directamente al paciente, así como del ambiente donde éste pasará su hospitalización.^{16,17}

Tabla 4. Matriz de riesgo: construcción y/o remodelación de hospitales.

Grupo de riesgo	Tipo de Trabajo				Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
	A	B	C	D				
1	Clase I	Clase II	Clase II	Clase IV	Limitar la producción y extensión de polvo producido.	Clase I + Sellar puertas con cinta adhesiva. Limpieza de superficies al término del trabajo diario.	Clase II + Aislamiento del aire acondicionado o sistema de ventilación. Residuos de construcción en contenedores herméticos previo a su transporte. Si es posible, colocar filtros de alta eficiencia con presión negativa.	Clase III + Construcción de pared provisional. Sellado de cualquier apertura de conductos. Será imperativo la creación de circulación de personal de construcción alterna a la del paciente. Evaluación de cédula diaria con doble verificación por responsables y prevenicionistas de infecciones.
2	Clase I	Clase II	Clase III	Clase V				
3	Clase I	Clase III	Clase IV	Clase V				
4	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V				

El Departamento de Control de Infecciones Hospitalarias debe evaluar constantemente y realizar doble verificación de todos los procesos operacionales de la institución, así como capacitar y sensibilizar a todos los colaboradores sobre la importancia de llevar a cabo procedimientos seguros, ofreciendo calidad en la atención hospitalaria. Será relevante realizar cédulas de verificación por parte del prevenicionista de infecciones:

1) Para vigilancia de agua potable, donde se evalúe, al menos cada tercer día, la calidad del agua, su cloración y sedimento, así como cultivos en búsqueda intencionada de coliformes de manera calendarizada; actividades que deberá llevar a cabo con certeza el área responsable del mantenimiento de agua.

2) Para manejo correcto ventilación hospitalaria, en donde será importante conocer las indicaciones del fabricante o proveedor del equipo, para que en conjunto se establezca la periodicidad de mantenimiento, así como el recambio de los insumos y, si es posible, revisar número de partículas contaminantes dispuestas en el ambiente del paciente, así como el uso de presión positiva o negativa, según se individualice el caso; y

3) Prevención de infecciones durante construcción y/o remodelación de hospitales, donde la tarea preventiva recaerá de manera protagónica en el responsable del trabajo; para esto, será necesario contar con una cédula de supervisión dispuesta en el sitio de construcción y/o remodelación, para que esté al alcance del equipo involucrado. Los controladores de infecciones estarán involucrados en todos los procesos.

Conclusiones

El control de infecciones alrededor de la infraestructura hospitalaria es un tema limitado en países en vías de desarrollo. Los recursos económicos finitos con los que cuenta una institución —y, como consecuencia, la ausencia de tecnología en infraestructura— podría ser la justificación para no apuntar hacia su vigilancia y supervisión. Sin embargo, tener un equipo de vigilancia activa y programas sistematizados, permitirá la adaptación de políticas y procedimientos acorde a las necesidades de cada institución. El trabajo en equipo con departamentos de ingeniería, mantenimiento y control de infecciones, debe estar estructurado y organizado para que los procesos sumen a beneficio del paciente.

REFERENCIAS

- Haas JP. An infection preventionist's view of the compendium of strategies to prevent healthcare-associated infections: structure, process, and outcome. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35(8):961-3.
- VanAmringe M. A view from The Joint Commission perspective: updated compendium will continue to help reduce healthcare-associated infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35(Suppl 2):S18-20.
- Norma Oficial Mexicana. Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. NOM-045-SSA2-2005.
- Kouchak F, Askarian M. Nosocomial infections: the definition criteria. *Iran J Med Sci.* 2012;37(2):72-3.
- National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004. *Am J Infect Control* 2004;32(8):470-85.
- Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. Organización Mundial de la Salud, 3ª edición. 2006.
- Norma Oficial Mexicana. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. NOM-127-SSA1-1994.
- Norma Oficial Mexicana. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. NOM-127-SSA1-1994.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Requerimientos mínimos de ventilación y filtración para hospitales. Estándar 170-2008.
- International Organization for Standardization. Cleanrooms and associated controlled environments. ISO 14644-1:2015.
- Organización Internacional de normalización. Especificaciones de la calidad del aire (pureza). ISO8573-1:2010.
- International Organization for Standardization. Filters for compressed air. ISO12500-1:2007.
- International Organization for Standardization. Compressed-air dryers. ISO7183-2007(E).
- Norma Oficial Mexicana. Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada. NOM-197-SSA1-2000.
- Clair JD, Colatrella S. Opening Pandora's (tool) box: health care construction and associated risk for nosocomial infection. *Infect Disord Drug Targets* 2013;13(3):177-83.
- Kidd F, Buttner C, Kressel AB. Construction: a model program for infection control compliance. *Am J Infect Control* 2007;35(5):347-50.
- Secretaría de Salud. Medición de la prevalencia de infecciones nosocomiales en hospitales generales de las principales instituciones públicas de salud. Secretaría de Salud – INCMNSZ. 2011.