



# Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica

www.elsevier.es/eimc



Formación médica continuada: Infección nosocomial. Fundamentos y actuación clínica

## Infección de la localización quirúrgica. Profilaxis antimicrobiana en cirugía<sup>☆</sup>



Ángel Asensio

Servicio de Medicina Preventiva, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Majadahonda, Madrid, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 6 de noviembre de 2013

Aceptado el 6 de noviembre de 2013

On-line el 17 de diciembre de 2013

#### Palabras clave:

Infecciones de la localización quirúrgica

Profilaxis antimicrobiana en cirugía

Factores de riesgo

### R E S U M E N

Las infecciones de la localización quirúrgica (ILQ) son muy frecuentes y representan más del 20% del total de infecciones hospitalarias. Las ILQ se asocian a una mayor mortalidad y a un exceso de la estancia hospitalaria y de los costes, dependiendo del procedimiento quirúrgico y del tipo de ILQ. Los avances en las prácticas de control de estas infecciones incluyen la mejora en la ventilación de los quirófanos, en los métodos de esterilización, en las barreras, en las técnicas quirúrgicas y en la profilaxis antibiótica. Para dicha profilaxis el agente antimicrobiano debería: ser activo frente a los patógenos más frecuentes, ser administrado en una dosis apropiada y en un momento que asegure concentraciones en suero y tejido durante el periodo de la potencial contaminación, ser seguro, y ser administrado durante el más corto periodo de tiempo efectivo para minimizar los efectos adversos, el desarrollo de resistencias y los costes.

© 2013 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Surgical site infections: Antibiotic prophylaxis in surgery

#### A B S T R A C T

Surgical site infections (SSI) are very common, and represent more than 20% of all hospital-acquired infections. SSIs are associated with a higher mortality, as well as to an extended hospital stay and costs, depending on the surgical procedure and type of SSI. Advances in control practices for these infections include improvement in operating room ventilation, sterilization methods, barriers, and surgical techniques, as well as in surgical antimicrobial prophylaxis. For the latter, the antimicrobial agent should: be active against the most common pathogens, be administered in an appropriate dosage and in a time frame to ensure serum and tissue concentrations over the period of potential contamination, be safe, and be administered over the shortest effective time period to minimize adverse events, development of resistances, and cost.

© 2013 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

#### Keywords:

Surgical site infections

Surgical antimicrobial prophylaxis

Risk factors

### Introducción

Las infecciones de la localización quirúrgica (ILQ)<sup>1</sup> son, tras las infecciones respiratorias, las más frecuentes de las infecciones asociadas a los cuidados sanitarios en los pacientes hospitalizados<sup>2</sup>, y representan el 20% de todas ellas. De todas la ILQ, dos tercios quedan confinadas en la incisión, y el otro tercio afecta a los órganos o espacios a los que se accede durante la operación. Las ILQ se asocian a una mayor mortalidad y a un exceso de la estancia hospitalaria, así como a otros costes, dependiendo del procedimiento

quirúrgico y del tipo de ILQ<sup>3-5</sup>. Los avances en las prácticas de control de estas infecciones incluyen la mejora en la ventilación de los quirófanos, en los métodos de esterilización, en las barreras, en las técnicas quirúrgicas y en la profilaxis antibiótica. A pesar de estas mejoras, las ILQ aún son una causa importante de morbimortalidad en los pacientes. Esto puede atribuirse parcialmente a la aparición de patógenos resistentes a los antimicrobianos, y al número creciente de pacientes que son ancianos y/o presentan una gran variedad de enfermedades subyacentes crónicas, debilitantes o inmunosupresoras. Así mismo, ha aumentado mucho la cantidad de operaciones de trasplante o de implantación de dispositivos no biológicos.

Con objeto de la vigilancia epidemiológica se han desarrollado unas definiciones de ILQ basadas en criterios clínicos y de laboratorio que, según los tejidos que afecten, las clasifican en infecciones superficiales de la incisión (si afectan

<sup>☆</sup> Nota: sección acreditada por el Consell Català de Formació Contínua de les Professions Sanitàries. Consultar preguntas de cada artículo en: <http://www.elsevier.es/eimc/formacion>

Correo electrónico: [aasensio@salud.madrid.org](mailto:aasensio@salud.madrid.org)

solamente la piel y el tejido subcutáneo), infecciones profundas de la incisión (afectan a tejidos blandos profundos como la fascia y el músculo), o infecciones de órgano o espacio, cuando afectan otra estructura anatómica, diferente de las capas abiertas por la incisión, que fuera abierta o manipulada durante la operación<sup>1</sup>.

La contaminación de la zona quirúrgica es un antecedente necesario de las ILQ. El riesgo de las ILQ puede ser conceptualizado de acuerdo con la siguiente relación: directamente proporcional a la dosis de contaminación y a la virulencia de los patógenos, e inversamente proporcional a la resistencia a la infección del paciente. Se ha demostrado que si la zona quirúrgica se contamina con  $> 10^5$  microorganismos por gramo de tejido, el riesgo de ILQ se incrementa sustancialmente<sup>6</sup>. Sin embargo, la dosis de microorganismos contaminantes requerida para producir infección puede ser mucho más baja en presencia de materiales extraños (p.ej., 100 estafilococos por gramo de tejido)<sup>7-9</sup>. Los microorganismos pueden producir toxinas u otras sustancias que incrementan su capacidad para invadir el huésped, producirle lesiones o sobrevivir en él (endotoxinas, inhibidores de la fagocitosis, endo o exotoxinas, glicocalix. . .). Para la mayor parte de las ILQ la fuente de los patógenos es la flora endógena de la piel, de las mucosas o de las vísceras huecas del propio paciente<sup>10</sup>. Cuando se abren mediante incisión la piel o las mucosas, los tejidos expuestos tienen un gran riesgo de ser colonizados por la flora endógena. Estos microorganismos son habitualmente cocos grampositivos (p.ej., estafilococos), pero pueden incluir la flora fecal (p.ej., bacterias anaerobias y aerobios gramnegativos) o la existente en las mucosas que se atraviesen mediante la incisión. Otra fuente de patógenos en las ILQ es la siembra a distancia de la zona quirúrgica desde un foco de infección, particularmente en pacientes con prótesis u otros dispositivos implantables, ya que tales dispositivos proporcionan un nido para la adhesión de los microorganismos.

Las fuentes exógenas de patógenos en las ILQ incluyen al personal sanitario (especialmente los miembros del equipo quirúrgico), el ambiente del quirófano (incluyendo el aire) y todos los instrumentos y materiales que llegan al campo estéril durante la operación. La flora exógena es fundamentalmente aerobia, especialmente organismos grampositivos (p.ej., estafilococos y estreptococos). Los hongos de fuente endógena o exógena raramente causan ILQ y su patogénesis no está bien conocida<sup>11</sup>.

## Factores de riesgo

En la **tabla 1** se listan las características del paciente y de la operación que pueden influir el riesgo de desarrollar ILQ. Estas características son útiles, ya que el conocimiento de estos factores de riesgo antes de determinadas operaciones puede permitir la realización de medidas de prevención ad hoc. Por ejemplo, si se conoce que el paciente tiene una infección en una zona remota, el equipo quirúrgico puede reducir el riesgo de ILQ programando la operación para cuando la infección ya se haya resuelto.

Una medida de prevención de la ILQ puede definirse como la acción o grupo de acciones tomadas con la intención de reducir el riesgo de ILQ. Bastantes de ellas están dirigidas a reducir la oportunidad de contaminación microbiana de los tejidos de los pacientes o de los instrumentos quirúrgicos estériles; otras están relacionadas, como la utilización de la profilaxis antibiótica o evitar la diseción traumática de tejidos innecesaria. La óptima aplicación de las medidas de prevención de la ILQ requiere que se consideren cuidadosamente una gran variedad de características del paciente y de la operación.

**Tabla 1**

Características del paciente y de la operación que pueden determinar el riesgo de desarrollar infección de la localización quirúrgica

<i>Paciente</i>
Edad
Estado nutricional
Diabetes
Tabaquismo
Obesidad
Infecciones coexistentes en otra zona del cuerpo
Colonización por microorganismos
Respuesta inmune alterada
Duración de la estancia preoperatoria
<i>Operación</i>
Técnica de la higiene quirúrgica
Antisepsia de la piel
Rasurado preoperatorio
Duración de la operación
Profilaxis antimicrobiana
Ventilación del quirófano
Esterilización inadecuada de los instrumentos
Cuerpos extraños en la zona quirúrgica
Drenajes quirúrgicos
Técnica quirúrgica
Deficiente hemostasia
No obliteración de espacios muertos
Trauma tisular

## Características del paciente

La contribución de la *diabetes* al riesgo de la ILQ es cada vez más consistente, aunque su identificación como riesgo independiente no ha sido suficientemente valorada mediante el control de potenciales factores de confusión. Algunos estudios han encontrado que niveles elevados de glucemia ( $> 200$  mg/100 ml) en el periodo postoperatorio inmediato se encontraban asociados a un mayor riesgo de ILQ<sup>12-14</sup>.

El uso del *tabaco* retrasa la cicatrización primaria de la herida y puede aumentar el riesgo de ILQ<sup>15</sup>. Numerosos estudios observacionales han identificado el uso del tabaco como un importante factor de riesgo de ILQ<sup>16,17,18</sup>; sin embargo, su verdadero valor como factor de riesgo independiente de ILQ aún no está totalmente demostrado. Algunas investigaciones han encontrado que los pacientes que están recibiendo *corticoides* u otros fármacos inmunosupresores en el preoperatorio pueden estar más predispuestos a desarrollar ILQ<sup>19</sup>; sin embargo, otras investigaciones no lo han llegado a confirmar<sup>20</sup>.

Para algunos tipos de operaciones una *desnutrición* calórico-proteica grave se asocia con infecciones postoperatorias, aunque su papel como factor de riesgo de ILQ es difícil de probar para todos los tipos de cirugía. Cuando se trata de una cirugía mayor programada, el apoyo nutricional pre y postoperatorio estaría justificado debido a la mayor morbilidad de esos pacientes por numerosas complicaciones, entre las que se encuentran las ILQ de órgano o espacio<sup>21,22</sup>.

La *estancia preoperatoria alargada* se ha sugerido frecuentemente como una característica de los pacientes con un mayor riesgo. Sin embargo, la duración de la estancia preoperatoria es probablemente un marcador sustituto de la gravedad de la enfermedad y de las condiciones de comorbilidades por las que el paciente requiere ingreso para un estudio o tratamiento previo a la cirugía<sup>23,24</sup>.

Se ha observado que los pacientes que recibieron *transfusión* de hemoderivados en el perioperatorio de determinadas intervenciones tenían un riesgo más elevado que los que no las recibían. Sin embargo, la existencia de numerosas variables de confusión por las que no se había controlado podrían estar detrás de las asociaciones encontradas, y por lo tanto cualquier efecto de la transfusión sobre el riesgo de la ILQ podría ser menor o inexistente<sup>25</sup>.

### Características relacionadas con la operación: aspectos preoperatorios

Una ducha o baño antiséptico preoperatorio disminuye la cantidad de colonias microbianas de la piel. Parece ser que los productos con clorhexidina son más eficaces que los jabones con povidona yodada u otros antisépticos. Sin embargo, aunque la ducha con estos productos reduce la cantidad de colonias, no se ha demostrado definitivamente que reduzca las tasas de ILQ<sup>26</sup>.

La eliminación del vello de la zona quirúrgica la noche antes de la operación se asocia con un riesgo más alto de ILQ que si se emplean cremas depilatorias o no se elimina el vello. Además, se ha observado que las tasas de ILQ son mayores en los pacientes rasurados mediante cuchilla que en los tratados con crema depilatoria o que no son depilados<sup>27</sup>. Este aumento de riesgo asociado al rasurado se ha atribuido a cortes microscópicos en la piel que posteriormente sirven como focos para la multiplicación de la flora bacteriana. Además, el rasurado realizado inmediatamente antes de la intervención, comparado con el realizado 24 h antes, se ha asociado con una disminución del riesgo de ILQ. Algunos estudios también han mostrado que la eliminación del vello por cualquier método se asociaba con tasas elevadas de ILQ, sugiriendo que el vello no debería ser eliminado<sup>28</sup>. Recientemente se ha demostrado que la preparación de la piel mediante clorhexidina en base alcohólica tiene un efecto superior al de la povidona yodada para disminuir el riesgo de ILQ<sup>29</sup>. Antes de iniciar la preparación de la piel del paciente, esta debe estar limpia de cualquier contaminación, como suciedad o restos orgánicos o inorgánicos. La piel debe ser preparada aplicando el antiséptico concéntricamente, comenzando por el área de la incisión. Existen modificaciones a esta técnica, como la utilización de campos adhesivos impregnados en antiséptico, o meramente pintar la zona quirúrgica, cuyos efectos sobre un menor riesgo de ILQ aún no están suficientemente establecidos.

En cuanto a la antisepsia quirúrgica de manos y antebrazos, los miembros del equipo quirúrgico que tengan contacto con el campo estéril o los instrumentos quirúrgicos o dispositivos utilizados sobre el campo deberían realizar una adecuada higiene de sus manos y antebrazos mediante algún producto antiséptico, inmediatamente antes de ponerse la bata y calzarse los guantes. Los antisépticos más comúnmente utilizados son la clorhexidina, los yodóforos y el alcohol, sin que se hayan evidenciado diferencias en cuanto a la efectividad, ya que ningún ensayo clínico ha evaluado el impacto del antiséptico elegido sobre el riesgo de ILQ<sup>30</sup>. Sin embargo, uno de los principales factores a tener en cuenta es la aceptabilidad del producto tras su uso repetido. Las soluciones de base alcohólica han demostrado una gran aceptabilidad y una mayor protección de la piel, además de mayor rapidez y menor coste sin perder en eficacia antimicrobiana, por lo que deberían ser los agentes de elección.

El personal quirúrgico infectado o colonizado por determinados microorganismos se ha ligado a brotes o clusters de ILQ<sup>31</sup>. Por eso es importante la puesta en marcha en los hospitales de políticas para evitar la transmisión de microorganismos desde el personal a los pacientes.

La profilaxis antibiótica quirúrgica (PAQ) se refiere a un curso breve de un agente antibiótico que se inicia justo antes de que la operación comience con objeto de disminuir el riesgo de ILQ, y se comenta más detalladamente en un apartado específico.

### Características relacionadas con la operación: aspectos intraoperatorios

El aire del quirófano puede contener polvo, pelusas, escamas cutáneas o gotitas respiratorias, cargadas con microorganismos.

El nivel de microorganismos en el aire del quirófano es directamente proporcional al número de gente que se desplaza por la habitación. Los quirófanos deberían mantener una presión positiva con respecto a los pasillos y áreas adyacentes para evitar la contaminación desde el exterior del quirófano. Los sistemas de ventilación de los quirófanos convencionales deberían producir al menos 15 recambios de aire filtrado por hora. Este aire debería introducirse desde el techo y extraerse cerca del suelo para crear un gradiente gravitatorio. Este aire debe haber atravesado filtros de alta eficiencia (HEPA en inglés) capaces de retener partículas de  $\geq 0,3 \mu\text{m}$  de diámetro con una eficiencia del 99,97%<sup>32</sup>.

Las superficies ambientales (mesas, suelos, techos, paredes, lámparas) excepcionalmente se han implicado como fuente de patógenos importantes para el desarrollo de ILQ. Sin embargo, es importante realizar una limpieza rutinaria de esas superficies para reestablecer un ambiente limpio tras cada operación<sup>33</sup>. No existen datos para sostener el uso de procedimientos especiales de limpieza o de cierre de un quirófano después de la realización de una operación sucia o contaminada.

La inadecuada esterilización de los instrumentos quirúrgicos ha dado lugar a brotes<sup>34</sup>. Los instrumentos deben ser esterilizados por vapor a presión, óxido de etileno o diferentes métodos aprobados, pero es importante la monitorización rutinaria de la calidad de los procedimientos de esterilización<sup>35</sup>.

Aunque los datos experimentales revelan que desde el vello, la piel y las mucosas del personal del quirófano se «siembran» microorganismos vivos, muy pocos estudios controlados han evaluado la relación entre el uso del atuendo quirúrgico (pijamas, gorros, cubrecalzados, mascarillas, guantes y batas) con el riesgo de ILQ<sup>36</sup>. Sin embargo, parece prudente la utilización de barreras para minimizar la exposición de los pacientes a la piel, a las mucosas o al vello del personal quirúrgico, además de proteger a esta persona de la exposición a los patógenos vehiculados por la sangre.

Los fundamentos de la prevención de la ILQ radican en el cumplimiento riguroso de los principios de la asepsia por todo el equipo quirúrgico, además de todos los que trabajan a su alrededor (anestesiista, instrumentistas...). Además, es una creencia extendida que unas técnicas quirúrgicas excelentes reducen el riesgo de ILQ. Tales técnicas incluyen el mantenimiento de una hemostasia efectiva, prevenir la hipotermia, el manejo cuidadoso de los tejidos, evitar penetrar inadvertidamente en vísceras huecas, retirar los tejidos desvitalizados, usar apropiadamente drenajes y suturas, y eliminar los espacios muertos. Cualquier cuerpo extraño, incluyendo material de suturas, prótesis, drenajes, o dispositivos, puede promover la inflamación de la zona quirúrgica y puede incrementar la probabilidad de ILQ tras niveles de contaminación que en otra ocasión hubieran sido inocuos<sup>37</sup>.

### Características relacionadas con la operación: aspectos postoperatorios

Cuando una incisión quirúrgica se cierra primariamente, como ocurre la mayor parte de las veces, habitualmente se cubre con una vendaje estéril durante 24-48 h. Más allá de 48 h, no está claro que deba mantenerse el vendaje o que el baño o la ducha sean perjudiciales para el cicatrizado. Existe sin embargo acuerdo en que para el cambio de los vendajes de las heridas quirúrgicas se deben utilizar guantes y equipos estériles<sup>38</sup>.

Existen numerosas recomendaciones para prevenir la ILQ, que pueden consultarse en la Guía para prevenir infecciones quirúrgicas del CDC<sup>33</sup>.

## Profilaxis antimicrobiana en cirugía

### Principios comunes

Idealmente, un agente antimicrobiano para la profilaxis quirúrgica debería: a) prevenir las ILQ; b) prevenir la morbimortalidad relacionada con la ILQ; c) reducir la duración y el coste de la atención sanitaria; d) no producir efectos adversos, y e) carecer de consecuencias indeseables sobre la flora microbiana del paciente o del hospital. Para lograr esos objetivos, un agente antimicrobiano debería ser: a) activo frente a los patógenos que más frecuentemente van a colonizar el lecho quirúrgico; b) administrado en una dosis apropiada y en un momento que asegure concentraciones en suero y tejido durante el periodo de la potencial contaminación; c) seguro, y d) administrado durante el más corto periodo de tiempo efectivo para minimizar los efectos adversos, el desarrollo de resistencias y los costes.

La selección de un agente apropiado para un paciente determinado debería tener en cuenta las características del agente ideal, la eficacia comparativa del agente antimicrobiano para el procedimiento, el perfil de seguridad y las alergias a la medicación del paciente. Para la mayor parte de los procedimientos la cefazolina es el fármaco de elección para la profilaxis porque es el agente antimicrobiano más ampliamente estudiado, con eficacia probada. Tiene una duración de su actividad deseable, un espectro de actividad frente a los microorganismos frecuentemente encontrados en cirugía, seguridad razonable y bajo coste. Existen pocas evidencias que sugieran que antimicrobianos de espectro más amplio se asocien a tasas de ILQ inferiores comparados con los antimicrobianos más antiguos, aunque la mayor parte de los estudios no suelen tener suficiente potencia para demostrar su mayor eficacia. Por lo tanto, la selección de los antimicrobianos deberá basarse en el coste, en el perfil de seguridad, en la facilidad de administración, en el perfil farmacocinético y en su actividad bactericida.

### Patógenos quirúrgicos comunes

Los microorganismos predominantes en las ILQ tras procedimientos limpios provienen de la flora cutánea e incluyen *S. aureus* y estafilococos coagulasa-negativos (p. ej., *Staphylococcus epidermidis*)<sup>39</sup>. En los procedimientos limpio-contaminados, incluyendo los procedimientos abdominales y el trasplante de corazón, riñón e hígado, los microorganismos que predominan incluyen a los bacilos gramnegativos y los enterococos, además de la flora cutánea.

Los patógenos causantes de las ILQ están evolucionando en las últimas décadas. Datos de la encuesta ECDC-Point Prevalence Survey<sup>2</sup> muestran que el porcentaje de ILQ causadas por enterobacterias y bacilos gramnegativos no fermentadores en pacientes hospitalizados en España en el año 2012 fue del 51%, frente al 40% de cocos grampositivos, y entre estos el más frecuente fue *S. aureus* (14,2%) (43% resistentes a oxacilina). Las infecciones por SARM se asocian a mayor mortalidad, mayor duración de la hospitalización y mayores costes, comparadas con otras infecciones.

### Espectro de actividad

Los antimicrobianos recomendados son los del espectro de acción más reducido requerido para ser eficaces en la prevención de las infecciones. Cada institución sanitaria debería elegir, considerando los patrones de resistencia locales de los microorganismos y las tasas de ILQ para cada procedimiento. Deberían considerarse preferentemente los patrones de resistencia de los organismos que causan las infecciones quirúrgicas (y en ocasiones los

patrones de resistencia específicos por procedimiento) mejor que los patrones de antibiograma de todo el hospital.

### Colonización y resistencias

Una proporción sustancial de la población está colonizada en las fosas nasales por *S. aureus*, y una parte de esta población puede ser portadora de SARM. Los factores asociados a ser portador de SARM incluyen el haber tenido contacto con instituciones sanitarias, la edad > 60 años y la diabetes<sup>40</sup>. La PAQ puede alterar tanto la flora individual como la de la institución, originando cambios en las tasas de colonización y aumentos en las resistencias. Además, la PAQ puede también predisponer a la infección por *Clostridium difficile*. Los factores de riesgo para el desarrollo de infección por *C. difficile* incluyen una larga duración de la PAQ de tratamientos y el uso de múltiples antimicrobianos<sup>41,42</sup>. La limitación de la duración de la PAQ a una única dosis preoperatoria puede reducir la incidencia de infección por *C. difficile*. La cuestión de qué antimicrobianos elegir para la PAQ de un paciente colonizado o recientemente infectado por un patógeno multirresistente no se resuelve de forma generalizada. Decidir si la PAQ se expande para cubrir esos patógenos depende de varios factores, que incluyen el tipo de patógeno, su perfil de sensibilidad, el huésped, el procedimiento quirúrgico a realizar y la proximidad del reservorio o la probabilidad de que el patógeno pueda llegar desde él a la incisión o al lecho quirúrgico. Sería lógico cubrir frente a SARM a un paciente colonizado por SARM que vaya a tener una incisión cutánea. Por lo tanto, los pacientes deben ser tratados teniendo en cuenta estas características individuales y otras consideraciones. Para los pacientes con dispositivos invasivos (tubos, drenajes... ) puede considerarse en la profilaxis incluir antimicrobianos activos frente a los patógenos identificados en esos dispositivos antes de la cirugía. En la mayor parte de las ocasiones la cirugía debería posponerse cuando el paciente tiene una infección activa en una localización remota.

### Alergias a los betalactámicos

La alergia a los betalactámicos es una consideración importante en la selección de la PAQ, ya que los betalactámicos, especialmente las cefalosporinas, son el grueso de la PAQ y también las más frecuentemente implicadas en reacciones alérgicas. Como los organismos predominantes en las ILQ tras procedimientos limpios son los grampositivos, la inclusión de la vancomicina puede ser apropiada para los pacientes con alergias graves a los betalactámicos. Aunque las verdaderas alergias tipo I (mediadas por IgE) cruzadas ente penicilinas, cefalosporinas y carbapenemas son raras, las cefalosporinas y las carbapenemas no deberían ser utilizadas para la profilaxis quirúrgica en los pacientes con alergia a la penicilina, probada o sospechada, mediada por IgE. La confusión sobre la definición de una verdadera alergia, entre los pacientes y los profesionales, origina recomendaciones de PAQ alternativas con el potencial de falta de eficacia, y aumento de los costes y de los efectos adversos. Se debe interrogar cuidadosamente a los pacientes sobre sus antecedentes de alergias a antimicrobianos antes de seleccionar el agente para la PAQ. En caso de confirmarse, deberían seleccionarse alternativas basadas en los perfiles de actividad frente a los organismos predominantes en el procedimiento a realizar.

### Administración de los fármacos

La ruta de administración preferida varía con el tipo de procedimiento, pero para la mayoría la administración intravenosa es la ideal, porque origina unas concentraciones en suero y tejidos rápidas, confiables y predecibles.

### Momento de la dosis inicial

Para que tenga éxito, la PAQ requiere alcanzar concentración de fármaco en la zona quirúrgica antes de que ocurra la contaminación. Por tanto, el agente antimicrobiano debe ser administrado en un momento tal que proporcione concentraciones en el suero y tejido superiores a la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los probables microorganismos asociados a ese procedimiento, en el momento de la incisión y durante el procedimiento<sup>41,43</sup>. En general la administración de la primera dosis de antimicrobiano debe realizarse durante los 60 min previos a la incisión quirúrgica. La administración de vancomicina y de fluoroquinolonas debería empezar en los 120 min previos a la incisión debido a los largos periodos de infusión que esos fármacos requieren. Debido a los largos periodos de semivida de esos fármacos, su administración temprana no comprometería los niveles séricos a alcanzar.

### Dosificación

Para asegurar unas concentraciones de antimicrobiano adecuadas en suero y tejido deben tenerse en cuenta tanto las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los fármacos, así como factores del paciente. En general debería administrarse antibiótico profiláctico de forma que aseguremos niveles de fármaco en suero y tejido suficientes durante todo el intervalo durante el cual la herida quirúrgica está abierta. La dosificación de los antimicrobianos en los pacientes pediátricos está basada en el peso, pero en los adultos es más conveniente utilizar dosis estándar para evitar los cálculos y reducir el riesgo de errores. Sin embargo, en los pacientes obesos las concentraciones de algunos fármacos en suero y tejido pueden modificarse debido a las alteraciones farmacocinéticas dependientes de la liposolubilidad del fármaco y a otros factores<sup>44</sup>. En teoría, utilizar el peso ideal del paciente para dosificar fármacos lipofílicos (p. ej., vancomicina) puede originar dosis subterapéuticas, y el uso del peso real para dosificar fármacos hidrofílicos (p. ej., aminoglicósidos) puede originar excesivas concentraciones en suero y tejidos. Duplicar la dosis normal de cefalosporinas puede producir concentraciones en el paciente obeso similares a las de las dosis estándar en los pacientes con normopeso<sup>45</sup>. Dado el bajo coste y el perfil de seguridad de la cefazolina, el aumento de la dosis a 2 g para los pacientes de más de 80 kg, y de 3 g para los de más de 120 kg, estaría justificado. Para simplificar, algunos hospitales han estandarizado las dosis de cefazolina a 2 g para todos los pacientes adultos. En los pacientes obesos con un sobrepeso > 20% la dosis de gentamicina debería calcularse utilizando el peso ideal más el 40% de la diferencia entre el peso real y el ideal<sup>46</sup>. Cuando se utiliza la gentamicina en dosis única en profilaxis, el riesgo de toxicidad es muy bajo. Cuando se utilice la gentamicina en combinación con otro antimicrobiano parenteral con actividad frente a anaerobios, sería recomendable utilizar 4,5-5 mg/kg como dosis única<sup>47</sup>. Recientemente se ha encontrado que el porcentaje de grasa corporal es una medición más sensible y precisa del riesgo de ILQ que el índice de masa corporal, por lo que la dosificación idealmente debería tener en cuenta también este factor<sup>48</sup>.

Cuando el procedimiento quirúrgico excede 2 semividas del antimicrobiano utilizado en PAQ, o existe un sangrado significativo (p. ej., > 1.500 ml), se requiere una dosis adicional intraoperatoria para asegurar concentraciones del fármaco suficientes en suero y tejido. El intervalo de redosificación debe medirse desde el momento de la administración de la dosis preoperatoria y no desde el inicio del procedimiento. También debe considerarse la redosificación en las circunstancias en que se acorte la semivida (p. ej., quemados), pero no en aquellos en los que la vida media aumenta (p. ej., pacientes en insuficiencia renal).

### Administración tópica de irrigaciones, pastas y enjuagues

Las rutas parenteral y oral son las utilizadas para la mayor parte de los procedimientos quirúrgicos, con la excepción de los procedimientos oftálmicos, para los que la ruta tópica es la principal. En la actualidad no han podido esclarecerse la seguridad y la eficacia de los antimicrobianos por vía tópica, por lo que su utilización rutinaria no está recomendada ni en cirugía cardíaca ni en otros procedimientos<sup>49</sup>.

### Cribado y descolonización preoperatoria

*S. aureus* es uno de los principales patógenos causales de ILQ. La colonización por *S. aureus* ocurre principalmente en las fosas nasales aproximadamente en una de cada 4 personas e incrementa el riesgo de ILQ entre 2 y 14 veces. Estudios recientes han confirmado que la descolonización nasal de *S. aureus* disminuye el riesgo de ILQ, y especialmente de ILQ por *S. aureus* en los portadores nasales del microorganismo, y especialmente en pacientes de cirugía cardíaca y ortopédica<sup>50</sup>. La mayor parte de los estudios concluyen que el uso de mupirocina intranasal en pacientes colonizados es seguro y potencialmente beneficioso como adyuvante de la PAQ intravenosa para disminuir la ocurrencia de ILQ. Sin embargo, el momento óptimo y la duración de la administración todavía no se han estandarizado. Como *S. aureus* ha desarrollado resistencia a mupirocina, existe preocupación por el potencial incremento de esta resistencia debido a un aumento en el uso de mupirocina. Por lo tanto, cuando la terapia de descolonización (p. ej., mupirocina) se utilice como una medida adyuvante para prevenir las ILQ por *S. aureus*, se debe realizar una vigilancia de la sensibilidad de *S. aureus* a mupirocina en los aislados de ILQ.

Las indicaciones de PAQ para los procedimientos específicos, así como la dosificación de los fármacos más frecuentes, exceden el tamaño de este capítulo, pero pueden encontrarse actualizadas en diferentes publicaciones<sup>51</sup>.

### Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: A modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992;13:606-8.
- Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals 2011-2012 [consultado 30 Oct 2013]. Disponible en: <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/healthcare-associated-infections-antimicrobial-use-PPS.pdf>
- Martone WJ, Jarvis WR, Culver DH, Haley RW. Incidence and nature of endemic and epidemic nosocomial infections. En: Bennett JV, Brachman PS, editores. *Hospital Infections*. 3rd ed. Boston: Little, Brown and Co; 1992. p. 577-96.
- Poulsen KB, Bremmelgaard A, Sorensen AI, Raahave D, Petersen JV. Estimated costs of postoperative wound infections. A case-control study of marginal hospital and social security costs. *Epidemiol Infect*. 1994;113:283-95.
- Asensio-Vegas A, Jodra VM, Garcia ML. Nosocomial infection in surgery wards: A controlled study of increased duration of hospital stays and direct cost of hospitalization. *Eur J Epidemiol*. 1993;9:504-10.
- Krizek TJ, Robson MC. Evolution of quantitative bacteriology in wound management. *Am J Surg*. 1975;130:579-84.
- Elek SD, Conen PE. The virulence of *Staphylococcus pyogenes* for man: A study of problems with wound infection. *Br J Exp Pathol*. 1957;38:573-86.
- Noble WC. The production of subcutaneous staphylococcal skin lesions in mice. *Br J Exp Pathol*. 1965;46:254-62.
- James RC, MacLeod CJ. Induction of staphylococcal infections in mice with small inocula introduced on sutures. *Br J Exp Pathol*. 1961;42:266-77.
- Altemeier WA, Culbertson WR, Hummel RP. Surgical considerations of endogenous infections—sources, types, and methods of control. *Surg Clin North Am*. 1968;48:227-40.
- Giamarellou H, Antoniadou A. Epidemiology, diagnosis, and therapy of fungal infections in surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1996;17:558-64.

12. Zerr KJ, Furnary AP, Grunkemeier GL, Bookin S, Kanhere V, Starr A. Glucose control lowers the risk of wound infection in diabetics after open heart operations. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:356-61.
13. Terranova A. The effects of diabetes mellitus on wound healing. *Plast Surg Nurs.* 1991;11:20-5.
14. Asensio A, Antolín FJ, Sánchez-García JM, Hidalgo O, Hernández-Navarrete MJ, Bishopberger C, et al. Timing of deep venous thrombosis prophylaxis and risk of postoperative knee prosthesis infection. *Orthopedics.* 2010;33:800-6.
15. Nagachinta T, Stephens M, Reitz B, Polk BF. Risk factors for surgical wound infection following cardiac surgery. *J Infect Dis.* 1987;156:967-73.
16. Bryan AJ, Lamarra M, Angelini GD, West RR, Breckenridge IM. Median sternotomy wound dehiscence: A retrospective case control study of risk factors and outcome. *J R Coll Surg Edinb.* 1992;37:305-8.
17. Jones JK, Triplett RG. The relationship of cigarette smoking to impaired intraoral wound healing: A review of evidence and implications for patient care. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50:237-9.
18. Beitsch P, Balch C. Operative morbidity and risk factor assessment in melanoma patients undergoing inguinal lymph node dissection. *Am J Surg.* 1996;164:462-6.
19. Slaughter MS, Olson MM, Lee Jr JT, Ward HB. A fifteen-year wound surveillance study after coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg.* 1993;56:1063-8.
20. Ziv Y, Church JM, Fazio VW, King TM, Lavery IC. Effect of systemic steroids on ileal pouch-anal anastomosis in patients with ulcerative colitis. *Dis Colon Rectum.* 1996;39:504-8.
21. Klein JD, Hey LA, Yu CS, Klein BB, Coufal FJ, Young EP, et al. Perioperative nutrition and postoperative complications in patients undergoing spinal surgery. *Spine.* 1996;21:2676-82.
22. Senkal M, Mumme A, Eickhoff U, Geier B, Spath G, Wulfert D, et al. Early postoperative enteral immunonutrition: Clinical outcome and cost comparison analysis in surgical patients. *Crit Care Med.* 1997;25:1489-96.
23. Asensio A, Monge V, Soriano C, Lopez R, Gil A, Lizán M. Infección de la herida quirúrgica: Factores de riesgo y modelo predictivo. *Med Clin (Barc).* 1993;100:521-5.
24. Lee JT. Operative complications and quality improvement. *Am J Surg.* 1996;171:545-7.
25. Vamvakas EC, Carven JH. Transfusion of white-cell containing allogeneic blood components and postoperative wound infection: Effect of confounding factors. *Transfus Med.* 1998;8:29-36.
26. Ayliffe GA, Noy MF, Babb JR, Davies JG, Jackson J. A comparison of pre-operative bathing with chlorhexidine-detergent and non-medicated soap in the prevention of wound infection. *J Hosp Infect.* 1983;4:237-44.
27. Seropian R, Reynolds BM. Wound infections after preoperative depilatory versus razor preparation. *Am J Surg.* 1971;121:251-4.
28. Alexander JW, Fischer JE, Boyajian M, Palmquist J, Morris MJ. The influence of hair-removal methods on wound infections. *Arch Surg.* 1983;118:347-52.
29. Darouiche RO, Wall Jr MJ, Itani KM, Otterson MF, Webb AL, Carrick MM, et al. Chlorhexidine-alcohol versus povidone-iodine for surgical-site antisepsis. *N Engl J Med.* 2010;362:18-26.
30. Babb JR, Davies JG, Ayliffe GA. A test procedure for evaluating surgical hand disinfection. *J Hosp Infect.* 1991;18 Suppl B:41-9.
31. Boyce JM, Opal SM, Potter-Bynoe G, Medeiros AA. Spread of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a hospital after exposure to a health care worker with chronic sinusitis. *Clin Infect Dis.* 1993;17:496-504.
32. American Institute of Architects. Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities. Washington DC: American Institute of Architects Press; 2006.
33. Nichols RL. The operating room. En: Bennett JV, Brachman PS, editores. *Hospital Infections.* 3rd ed. Boston: Little, Brown and Co; 1992. p. 461-73.
34. Centers for Disease Control. Postsurgical infections associated with nonsterile implantable devices. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1992;41:263.
35. Association of Operating Room Nurses. Standards, Recommended Practices, Guidelines. Denver: Association of Operating Room Nurses; 1999.
36. Hardin WD, Nichols RL. Aseptic technique in the operating room. En: Fry DE, editor. *Surgical Infections.* Boston: Little, Brown and Co; 1995. p. 109-18.
37. Dellinger EP. Surgical infections and choice of antibiotics. En: Sabiston DC, editor. *Textbook of Surgery. The Biological Basis of Modern Surgical Practice.* 15th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1997. p. 264-80.
38. Castle M, Ajemian E. *Hospital Infection Control: Principles and Practice.* New York: John Wiley & Sons; 1987. p. 114-6.
39. Hidron AI, Edwards JR, Patel J, Horan TC, Sievert DM, Pollock DA, et al., for the National Healthcare Safety Network Team and participating National Healthcare Safety Network facilities. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: Annual summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006-2007. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29:996-1011.
40. Gorwitz RJ, Kruszon-Moran D, McAllister SK, McQuillan G, McDougal LK, Fosheim GE, et al. Changes in the prevalence of nasal colonization with *Staphylococcus aureus* in the United States, 2001-2004. *J Infect Dis.* 2008;197:1226-34.
41. Cohen SH, Gerding DN, Johnson S, Kelly CP, Loo VG, McDonald LC, et al. Clinical practice guidelines for *Clostridium difficile* infection in adults: 2010 update by the Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA) and the Infectious Diseases Society of America (IDSA). *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010;31:431-55.
42. Monge D, Morosini M, Millán I, Pérez-Canosa C, Manso M, Guzman MF, et al. Factores de riesgo de infección por *Clostridium difficile* en pacientes hospitalizados. *Med Clin (Barc).* 2011;137:575-80.
43. Galandiuk S, Polk Jr HC, Jagelman DG, Fazio VW. Re-emphasis of priorities in surgical antibiotic prophylaxis. *Surg Gynecol Obstet.* 1989;169:218-22.
44. Forse RA, Karam B, MacLean LD, Christou NV. Antibiotic prophylaxis for surgery in morbidly obese patients. *Surgery.* 1989;106:750-6.
45. Pai MP, Bearden DT. Antimicrobial dosing considerations in obese adult patients. Insights from the Society of Infectious Diseases Pharmacists. *Pharmacotherapy.* 2007;27:1081-91.
46. Bauer LA, Edwards WA, Dellinger EP, Simonowitz DA. Influence of weight on aminoglycoside pharmacokinetics in normal weight and morbidly obese patients. *Eur J Clin Pharmacol.* 1983;24:643-7.
47. Zelenitsky SA, Silverman RE, Duckworth H, Harding GK. A prospective, randomized, double-blind study of single high dose versus multiple standard dose gentamicin both in combination with metronidazole for colorectal surgical prophylaxis. *J Hosp Infect.* 2000;46:135-40.
48. Waisbren E, Rosen H, Bader AM, Lipsitz SR, Rogers Jr SO, Eriksson E. Percent body fat and prediction of surgical site infection. *J Am Coll Surg.* 2010;210:381-9.
49. McHugh SM, Collins CJ, Corrigan MA, Hill AD, Humphreys H. The role of topical antibiotics used as prophylaxis in surgical site infection prevention. *J Antimicrob Chemother.* 2011;66:693-701.
50. Hebert C, Robicsek A. Decolonization therapy in infection control. *Curr Opin Infect Dis.* 2010;23:340-5.
51. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, et al. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health-Syst Pharm.* 2013;70:195-283.