

Grupo de trabajo 4

Medio ambiente quirúrgico

Coordinadores:

Pouya Aljanipour, Joseph Karam

Directores:

Adolfo Llinás (Internacional), Kelly G Vince (Internacional), Charalampos Zalavras(US)

Delegados:

Matthew Austin, Grant Garrigues, Snir Heller, James Huddleston, Brian Klatt, Viktor Krebs, Christoph Lohmann, Edward J McPherson, Robert Molloy, Ali Oliashirazi, Mitchell Schwaber, Eoin Sheehan, Eric Smith, Robert Sterling, Gregory Stocks, Shrinand Vaidya

Pregunta 1: ¿El número de bacterias que llegan a la herida quirúrgica se relaciona directamente con la probabilidad de ISQx?

Consenso: Reconocemos que la probabilidad de infección del sitio quirúrgico se correlaciona directamente con la cantidad de bacterias que llegan a la herida. En consecuencia, apoyamos las estrategias para disminuir partículas y el número de bacterias en las heridas quirúrgicas.

Voto de los delegados: De acuerdo, 97%; en desacuerdo, 2%; abstenciones, 1%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Se cree que las infecciones del sitio quirúrgico en el período postoperatorio se producen mediante la inoculación de bacterias en el momento de la cirugía o como consecuencia de una contaminación bacteriana a través de una vía abierta a los planos profundos de los tejidos.¹⁻³ La probabilidad de infección del sitio quirúrgico es el resultado de la interacción de diversos parámetros que se pueden categorizar en tres grupos principales.²

El primer grupo se compone de factores relacionados con la potencialidad de las bacterias para causar una infección, donde participan: la carga de inoculación inicial y los factores de virulencia que están determinados genéticamente. Estos últimos factores involucran: adherencia, reproducción, producción de toxinas y evasión de los mecanismos de defensa del huésped.

El segundo grupo incluye aquellos factores relacionados con la capacidad de defensa del huésped, como son sus mecanismos de defensas locales y sistémicos.

En el último grupo participan los determinantes ambientales de exposición, entre los que se encuentran tiempo de

exposición, tamaño y localización de la herida quirúrgica, que pueden dar oportunidad para que las bacterias entren en la herida, superen los sistemas de defensa locales para mantener su presencia, puedan replicarse y así dar inicio a reacciones inflamatorias locales y sistémicas del huésped.

El uso de cubiertas impregnadas con yodo, que se aplican a la piel antes de incidirla, disminuye el número de bacterias cutáneas, pero no se ha establecido ninguna correlación con las ISQx. No obstante lo anterior, no puede hacerse ninguna recomendación con respecto al uso de las barreras en la piel (véase Grupo de trabajo 4 pregunta 27).

Pregunta 2: ¿El número de bacterias en el medioambiente del quirófano se correlaciona directamente con la probabilidad de infección del sitio quirúrgico?

Consenso: Reconocemos que las bacterias transportadas por partículas en el aire constituyen una importante fuente de contaminación en la sala de operaciones y que las bacterias transportadas por el personal tal vez constituyen la fuente más importante para la generación de estas partículas. Nuestras recomendaciones se enfocan en reducir el número de bacterias en el quirófano, con especial atención a las partículas aerotransportadas.

Voto de los delegados: De acuerdo, 93%; en desacuerdo, 5%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

El aire es la fuente potencial de contaminación en el quirófano:^{2,4} Los estudios han demostrado que el número de bacterias que viajan en el aire alrededor de la herida se correlaciona con la incidencia de IAP.¹ Se ha sugerido que si fuera posible medir con precisión el número de bacterias presentes en la herida esto se constituiría en el predictor más preciso para determinar infecciones posteriores.⁵ Las bacterias pueden ser consideradas como parte de la masa total de partículas en el aire. Algunos estudios han sugerido que el recuento de las partículas aerotransportadas debería

considerarse un potencial sustituto de la densidad microbiana aerotransportada.⁶ Otros autores han encontrado una asociación entre el número de partículas grandes (mayores de 10 micrómetros), con la densidad de bacterias viables en el sitio quirúrgico (medido por unidades formadoras de colonias).⁷ Se ha sugerido que el monitoreo del número de partículas se utilice como un parámetro en tiempo real para medir el aumento en el riesgo de contaminación o de infección en una herida.⁷ Las personas en la sala de operaciones son la fuente más importante de la carga bacteriana, ya que movilizan las partículas bacterianas del medio ambiente. Estas partículas circulan a través de la sala de operaciones a través de corrientes de aire. Los movimientos de objetos y personas (por ej., equipo, personal o muebles de la sala de operaciones, incluyendo el abrir y cerrar puertas) pueden generar corrientes de aire significativas y aumentar la probabilidad de que las bacterias se depositen en la herida quirúrgica.^{3,8}

Pregunta 3: La sala de operaciones (SO) donde se realizan artroplastías electivas ¿debe equiparse con flujo de aire laminar (SFAL)?

Consenso: Creemos que la cirugía artroplástica puede realizarse en quirófanos sin flujo laminar. Las salas con flujos laminares y otras estrategias para reducir las partículas en las salas de operaciones se han usado con la esperanza de reducir la carga de partículas en los quirófanos. Los estudios no han demostrado que las salas equipadas con flujo laminar disminuyan las tasas de ISQx y en algunos casos, incluso las aumentan. Las SFAL son tecnologías complejas que deben funcionar con una estricta adherencia a protocolos de mantenimiento. Se recomienda más investigación en este campo.

Voto de los delegados: De acuerdo, 85%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 8%. (Consenso fuerte.)

Justificación: La mayoría de los estudios citados que apoyan el uso de SFAL se realizaron en las décadas de los 70 y 80 y fueron hechos por Charnley y Lidwell y cols.^{9,10} Sin embargo, varios estudios recientes no han mostrado ningún beneficio claro de las SFAL en reducir la incidencia de infección profunda del sitio quirúrgico (ISQx).¹¹⁻¹⁴ Breier y cols. realizaron en Alemania un estudio de análisis multivariado a nivel nacional, controlando los factores de confusión y no encontraron ningún efecto independiente del uso de SFAL sobre las tasas de ISQx, aun cuando se consideró a habitáculos quirúrgicos grandes con techos altos (por lo menos 3.2 x 3.2 m).¹¹

Un estudio reciente de Hooper y cols., que se basó en el Registro Neozelandés de Artroplastías, evaluó al tema en una amplia base de datos.¹³ Los autores analizaron 5,485 artroplastías totales de cadera (ATC) y 36,826 artroplastías totales de rodilla (ATR). Los resultados revelaron un incremento en las cifras de infección temprana con el uso de flujo laminar, especialmente para los pacientes sometidos a artroplastía total de cadera. Este aumento fue identificado inde-

pendientemente de las características del paciente, tiempo operatorio, cirujano o institución. Desafortunadamente, a excepción del estudio realizado por Salvati y cols., en el que se encontró que los flujos de aire laminar horizontal aumentan el riesgo de IAP en ATR, no se ha llevado a cabo ningún análisis que distinga la influencia de los diferentes tipos de SFAL en la IAP. Actualmente hay estudios que apoyan el uso de SFAL,¹⁰ hay quienes se oponen¹³ y los que presentan resultados indiferentes.¹⁵⁻¹⁷

Pregunta 4: ¿Hay suficiente evidencia para obligar el uso universal de trajes/escafandras extractoras de aire durante una artroplastía total electiva (ATE)?

Consenso: Actualmente no existen evidencias concluyentes para apoyar el uso rutinario de trajes especiales para la realización de una ATE.

Voto de los delegados: De acuerdo, 84%; en desacuerdo, 11%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Al igual que con el flujo laminar, el uso de trajes especiales durante un ATE se ha convertido en un tema controversial. Un estudio reciente realizado por Miner y cols. no mostró ningún beneficio con el uso de estos trajes.¹⁴ En un estudio de Hooper y cols., en el que evaluaron el uso de trajes especiales y su efecto sobre las tasas de infección temprana, identificaron una mayor tasa de infección con el uso de estos trajes en quirófanos equipados con flujo convencional y con flujo laminar.¹³ Sin embargo, otros autores hacen algunas sugerencias para el uso de estos trajes en quirófanos dotados de flujo laminar para evitar contaminaciones.^{18,19}

Pregunta 5: ¿Qué estrategias deben aplicarse en cuanto al tránsito de personas en quirófano?

Consenso: Recomendamos que el tránsito de personas en el quirófano debe reducirse al mínimo.

Justificación: El personal es la principal fuente de contaminación aérea en el quirófano, tanto por el tránsito que crea turbulencias y contamina el aire ultra limpio, como por el vaciamiento bacteriano. Ritter y cols. demostraron que el número de bacterias aumentó 34 veces en el aire del quirófano cuando permanecían en él cinco personas, que cuando la sala estaba vacía.¹⁷ En el mismo estudio, el mantener abierta la puerta del quirófano también aumentó significativamente la contaminación bacteriana del aire. Andersson y cols. demostraron una correlación directa entre el flujo de aire y el número de bacterias aéreas en procedimientos ortopédicos.¹⁵ También identificaron una correlación directa entre el número de personas presentes en el quirófano y el número de bacterias. Quraishi y cols. demostraron una relación directa entre el nivel de polvo bacteriano activo y el número del personal de quirófano en el campo estéril.²⁰ Panahi y cols. observaron el número de aperturas de puerta durante artroplastías primarias y de revisión.²¹ Identificaron entre 0.65 y 0.84 aperturas de puerta por minuto en

los casos de artroplastías primarias y de revisión, respectivamente. El principal personal responsable de apertura de puerta fueron los representantes técnicos del implante y las enfermeras circulantes. Lynch y cols. demostraron una relación exponencial entre el número de aperturas de puerta y el número de personas en el quirófano. Este autor recomienda solicitar información para saber la razón por la cual se abren las puertas (causas fácilmente evitables).²² Múltiples aberturas de la puerta pueden resultar en una disminución en el gradiente de presión, lo que requiere bombear más aire por los sistemas de flujo de aire laminar y por lo tanto, se consuman más rápidamente los filtros de partículas de aire de alta eficiencia usados en estos sistemas. Aunque se carecen de pruebas respecto a esta práctica, expertos han propuesto que el personal pase a través de un pasillo secundario estéril cada vez que entran o salgan del quirófano. Si la planificación preoperatoria lo permite desde el inicio de la cirugía, deben haber *sets* de diferentes tamaños de implantes en el quirófano.

Pregunta 6: ¿Las lámparas de quirófano deben controlarse con un pedal de pie en lugar de con mangos manuales?

Consenso: Se recomienda una toma de conciencia de que los mangos de las lámparas de luz pueden ser una fuente de contaminación y que se debe minimizar la manipulación de las luces tanto como sea posible. Es necesario desarrollar en el futuro otras estrategias para el control de la luz para minimizar la contaminación.

Voto de los delegados: De acuerdo, 91%; en desacuerdo, 4%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Davis y cols. identificaron una tasa de 14.5% de contaminación de los mangos de la luz estériles durante ATE.²³ Hussein y cols. no encontraron evidencias de contaminación en los mangos de luz estériles (plásticos o metálicos esterilizados) en 15 casos de ATE primaria.²⁴ Sin embargo, no hemos podido identificar otros estudios en los que se aborde el riesgo de contaminación del vestido del cirujano o de las partes con las que contacta en el campo estéril, en comparación con lo que se hace para ajustar la luz o estudios que analicen los disturbios en el aire secundarios al movimiento que hace el cirujano para alcanzar las lámparas.

Pregunta 7: ¿Qué papel juega el uso de radiación ultravioleta (UV) en la prevención de la infección en una ATE?

Consenso: Estamos de acuerdo en que los ambientes de luz UV pueden reducir las tasas de infección, pero reconocemos que esto puede suponer un riesgo para el personal de quirófano. También reconocemos que otro beneficio de la radiación UV podría ser la inhibición del tráfico de personal durante la cirugía.

Voto de los delegados: De acuerdo, 74%; en desacuerdo, 13%; abstenciones, 13%. (Consenso fuerte.)

Justificación: A pesar de que el uso de luz UV ha demostrado disminuir significativamente el número de bacterias en el quirófano y la incidencia de infecciones postoperatorias, su uso es perjudicial para el personal, ya que aumenta el riesgo de lesiones en córnea y el cáncer de piel. Por lo anterior, las directrices actuales de los Centros para el Control de Enfermedades recomiendan no usar luz ultravioleta en el quirófano para prevenir ISQx.^{5,25-30}

Pregunta 8: ¿La descontaminación/esterilización por luz ultravioleta con unidades portátiles UV en las salas de operaciones desocupadas (noches y fines de semana) hace alguna diferencia en la esterilidad del medio ambiente del quirófano?

Consenso: Se esperaría que la luz UV redujera la carga bacteriana en las salas de operaciones, pero esta tecnología no se ha estudiado para esa aplicación. Se podría considerar un complemento, pero no un reemplazo para la limpieza convencional. Hay riesgos potenciales para el personal con la luz UV, ya que inadvertidamente se podrían exponer a ella al inicio de la jornada de trabajo.

Voto de los delegados: De acuerdo, 84%; en desacuerdo, 3%; abstenciones, 13%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Después de una búsqueda exhaustiva de la literatura, no hemos podido identificar pruebas que apoyen o refuten el uso de la luz UV o que se usen fuera de las horas de trabajo operativo para mantener estéril el ambiente.

Pregunta 9: ¿El paciente y el personal de quirófano deben usar máscaras para evitar la contaminación del aire en la sala de operaciones?

Consenso: A pesar de la falta de estudios concluyentes que muestren una reducción de ISQx cuando se usan correctamente y de manera uniforme las mascarillas por todo el personal de quirófano, creemos que no hay razones para esperar un aumento de partículas y bacterias aerotransportadas con el uso disciplinado de mascarillas quirúrgicas. Hasta que la evidencia muestre la ventaja de no usar una máscara, creemos que por la seguridad del paciente, todo el personal debe llevar máscaras quirúrgicas en todo momento en que se encuentren en la sala de operaciones. No hay pruebas suficientes para apoyar que el uso de máscaras por los pacientes sea menor a los beneficios que ofrecen.

Voto de los delegados: De acuerdo, 85%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 8%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Varios autores han cuestionado la utilidad de las máscaras usadas por el personal para la prevención de la contaminación del aire y de la herida.^{31,32,33} Un estudio realizado por Lipp y Edwards incluyó tres ensayos controlados con un total de 2,113 pacientes y concluyó que el uso de mascarillas no tenía ningún efecto significativo en las infecciones de heridas quirúrgicas en pacientes sometidos a cirugías limpias.³² Sellden y cols. decidieron abstenerse de que el personal no estéril usara mascarillas en la sala

de operaciones.³⁴ Un reciente ensayo controlado aleatorio (ECA) hecho por Webster y cols. mostró que nadie del personal no estéril llevaba una máscara y no hubo un aumento en la tasa de ISQx. Sin embargo, este estudio incluyó procedimientos ortopédicos y no ortopédicos y el seguimiento de los pacientes fue por sólo seis semanas postoperatorias.³⁵ Además, no estaba claro si los procedimientos ortopédicos incluidos eran procedimientos de arthroplastías. No se pudieron identificar estudios que analizaran específicamente el uso de máscaras por pacientes que se someten a una ATE o estudios que evaluaran los beneficios de esta práctica en la reducción de la contaminación del aire.

Pregunta 10: ¿Qué prendas de vestir son obligatorias para el personal de quirófano?

Consenso: Se recomienda que todo el personal al entrar a una sala de operaciones lleve ropa de quirófano limpia con la cabeza cubierta con gorros desechables. Prendas que se usan fuera del hospital no deben ser usadas durante una ATE.

Voto de los delegados: De acuerdo, 98%; en desacuerdo, 1%; abstenciones, 1%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Algunos aspectos de la vestimenta adecuada para el personal quirúrgico (como batas quirúrgicas y guantes) ya se han abordado en otras secciones. La controversia se ha planteado en relación con la utilidad de las mascarillas quirúrgicas y las cubiertas para la cabeza en la prevención de la infección del sitio quirúrgico. Las investigaciones experimentales y clínicas en el campo de la Cirugía General, Ginecología y Cardiología (cateterismo cardíaco) han mostrado resultados inconsistentes.³⁶⁻⁴² Sin embargo, como se afirma en las *Guideline for Prevention of Surgical Site Infection 1999*,²⁸ el uso de máscaras quirúrgicas por todo el personal es una conducta inofensiva y ventajosa que proporciona una barrera mecánica a las secreciones oronasofaríngeas. Estas secreciones pueden contener partículas bacterianas, por lo que deben hacerse todos los esfuerzos necesarios para disminuir el riesgo de exposición de la herida quirúrgica a estas partículas. Por otra parte, las máscaras también pueden ser beneficiosas para la protección del personal contra la sangre u otros fluidos corporales de los pacientes.

Pregunta 11: ¿Qué restricciones deben aplicarse en el quirófano para el uso de dispositivos electrónicos portátiles (como celulares, laptops, tabletas o reproduidores de música)?

Consenso: Reconocemos que los dispositivos electrónicos portátiles pueden estar contaminados con bacterias; también reconocemos que los elevados niveles de comunicación oral entre el equipo quirúrgico están asociados a un mayor nivel de bacterias en el medio ambiente quirúrgico. Al respecto, recomendamos que el uso de dispositivos electrónicos portátiles se limite a los necesarios para la atención al paciente.

Votación de los delegados: De acuerdo, 84%; en desacuerdo, 14%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Muchos estudios han demostrado un elevado índice de contaminación en teléfonos celulares y otros dispositivos electrónicos portátiles que usan en los hospitales los trabajadores de atención médica (de 44 a 98%). Un problema importante es que las bacterias contaminantes pertenecen en un elevado porcentaje a cepas resistentes, como bacterias Gram negativas productoras de β -lactamasa y el *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM).⁴³⁻⁴⁹ Ulger y cols. demostraron que 52% de las cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas en teléfonos celulares eran resistentes a la meticilina.⁴⁸ Brady y cols. demostraron que limpiar los celulares con una solución a base de alcohol reduce en forma significativa la contaminación en ellos.⁴³ Hallazgos similares observaron Singh y cols. con los localizadores⁵⁰ y Hassoun y cols. con los asistentes digitales personales.⁵¹ Por lo anterior, aunque en la literatura no existen evidencias disponibles que relacionen su uso con un mayor riesgo de ISQx, es altamente recomendable limpiar regularmente con alcohol los dispositivos electrónicos portátiles, en un esfuerzo por conservar la higiene de las manos y prevenir las infecciones nosocomiales; también se recomienda limitar el uso de dichos dispositivos en el quirófano.

Pregunta 12: ¿El tiempo quirúrgico prolongado predispone a un mayor riesgo de IAP?

Consenso: Reconocemos que los índices de ISQx aumentan directamente con la duración de la cirugía; reconocemos que algunas cirugías presentan un marcado e inevitable mayor nivel de complejidad, que requerirán de más tiempo; reconocemos que el minimizar la duración de la cirugía es un objetivo importante y que es necesario un esfuerzo de cooperación de todo el equipo quirúrgico y de la institución. Recomendamos que se hagan esfuerzos coordinados para minimizar la duración de la cirugía sin comprometer la técnica del procedimiento.

Votación de los delegados: De acuerdo, 96%; en desacuerdo, 3%; abstenciones, 1%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Numerosos estudios con relevancia estadística han relacionado el incremento en el tiempo quirúrgico con el riesgo de infección.⁵²⁻⁶⁵ Skramm y cols. investigaron la incidencia de ISQx después de ATC y ATR por fracturas después de la implementación de políticas de vigilancia. Al considerar los factores de riesgo para infecciones, la duración de la cirugía fue un factor significativo independiente en un modelo de regresión logística; este estudio también consideró la edad, la puntuación del estado clínico general (puntuación de la Sociedad Estadounidense de Anestesiología [ASA]) y el nivel de emergencia.⁶¹ Un estudio realizado por Kasteren y cols. sustentó que la duración de la cirugía es un factor de riesgo para IAP en más de 75%,⁶⁴ como ya lo había sugerido con anterioridad el índice de riesgo de la *National Nosocomial Infections Surveillance* (NNIS).⁶⁶ En un estudio realizado en la población en gene-

ral, basado en el Registro Nacional Danés de Artroplastía de Cadera, que incluyó 80,756 casos de ATC primaria, el tiempo quirúrgico fue un factor de riesgo independiente significativo para la revisión protésica debida a infecciones;⁵⁷ resultados similares se informaron en países como Noruega e Inglaterra.^{60,62} En un modelo de estratificación de riesgos, Peersman y cols. sugirieron usar los tiempos quirúrgicos como un factor de riesgo predictivo para infecciones después de ATR.⁵⁸ En una revisión sistemática de estudios observacionales que investigó ISQx profundas en ATC, que incluyó a más de cien pacientes, Urquhart y cols. encontraron sólo dos estudios que examinaron el tiempo quirúrgico^{54,60} y después de combinar los resultados de ambos estudios, informaron que la duración de la cirugía es un factor de riesgo independiente para ISQx. Además de lo anterior, en un análisis reciente de 56,216 ATR primarias. Por otro lado, Namba y cols. identificaron un aumento de 9% en el riesgo de ISQx profundas por cada 15 minutos de incremento en el tiempo quirúrgico.⁵⁶

No obstante, por lo anterior, existen preocupaciones relacionadas con la metodología empleada en los estudios que sustentan que la participación del tiempo quirúrgico es un factor de riesgo para IAP. Las fallas metodológicas incluyen: falta de datos,⁹ no tomar en cuenta los potenciales factores de confusión^{57,58} y el empleo de una metodología estadística adecuada.^{59,60,61} Por otro lado, existen estudios que no demostraron la correlación entre tiempo quirúrgico e infección⁶⁷ o que incluso encontraron una correlación opuesta.⁶⁸ Además, ninguno de los estudios tomó en cuenta la potencial participación de factores de confusión como son: repetir la dosis de antibióticos profilácticos durante procedimientos muy prolongados.

La duración del procedimiento puede ser un indicador de diversos factores, como son: la complejidad de la cirugía (exposición quirúrgica extensa y daño tisular más serio), la indicación (procedimientos o indicaciones distintas a osteoartritis), un equipo quirúrgico sin experiencia, un cirujano con ritmo pausado, las complicaciones perioperatorias, un inadecuado programa de estandarización de procedimientos o la presencia de padecimientos médicos preexistentes.^{57,69,70}

Es posible que la educación del personal en relación a cómo trabajar en forma eficiente y de cómo seguir pasos quirúrgicos sistemáticamente definidos pueda ayudar a reducir el riesgo de ISQx. Es interesante, y se ha demostrado, que los procedimientos con mayor duración llevan un mayor riesgo de revisión debido a fallas asepticas.⁶²

Pregunta 13: ¿Una ATE sin infección debe programarse en un turno de cirugía donde los casos conocidos con infecciones o contaminados no precedan al caso limpio?

Consenso: Reconocemos la preocupación relacionada con el riesgo de infección en una cirugía limpia que se trata después de una cirugía contaminada; reconocemos que los estudios no han demostrado mayores índices de infección

en cirugías limpias realizadas después de tratar casos contaminados. Recomendamos que antes de que se efectúen cirugías limpias después de haber tratado pacientes contaminados, se realice una limpieza minuciosa del quirófano (siguiendo las normas locales o institucionales).

Votación de los delegados: De acuerdo, 89%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 3%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Efectuar un procedimiento en una artroplastía infectada en un turno quirúrgico previo a otro no infectado, se convierte en un riesgo teórico de contaminación cruzada entre estos procedimientos. No existen evidencias que apoyen o se opongan a dicha práctica; sin embargo, la limpieza minuciosa del quirófano al finalizar el día, permite que el personal realice una limpieza minuciosa cuando ya no existe la preocupación en cuanto al tiempo que pueda requerir la desinfección de un quirófano potencialmente contaminado.

Literatura: Una práctica común en la cirugía ortopédica, en especial en artroplastías, es organizar el quirófano de tal forma que los casos sospechosos o confirmados de infección se operen al finalizar el día de trabajo del quirófano, después de haber efectuado los procedimientos limpios. No se ha estudiado en forma adecuada si la práctica de realizar una artroplastía limpia después de un caso infectado incrementa o no las probabilidades de infección. Los estudios microbiológicos han demostrado la supervivencia a largo plazo de patógenos nosocomiales comunes en superficies inanimadas.⁷¹ Lo anterior puede sustentar el riesgo teórico de contaminación cruzada entre los procedimientos si no existen estrategias eficientes de prevención para desinfectar dichas superficies después de cada procedimiento. Sólo existen dos estudios retrospectivos que han abordado este tema, aunque ambos carecen de fuerza metodológica y sus conclusiones son inconsistentes.^{72,73} A pesar de la falta de evidencia de contaminación cruzada entre los procedimientos, la práctica cotidiana debe consistir en evaluar con cuidado este potencial factor de IAP. Abolghasemian y cols. estudiaron 85 casos primarios y de revisión limpios para evaluar el riesgo de infección en procedimientos efectuados después del retiro de implantes infectados.⁷² Después de un seguimiento mínimo de 12 meses, no se observó un mayor índice de infecciones superficiales o profundas en dicha cohorte al compararlo con 321 pacientes con factores demográficos similares, pero que no se sometieron a ATE después de operar una prótesis infectada en el mismo quirófano. El único paciente del grupo de estudio que desarrolló una IAP profunda presentó un microorganismo infectante diferente al responsable de la IAP del caso quirúrgico precedente. La limpieza del quirófano después del caso infectado fue la misma a la hecha después de un caso aseptico. Namdari y cols. evaluaron el desarrollo de infecciones en 39 casos de ATE primaria que fueron operados después de tratar casos infectados: identificaron un caso de IAP en que el organismo causante de la infección (*Propionibacterium acnes*) fue el mismo que en el caso séptico precedente; sin embargo, no se realizaron pruebas microbiológicas avanza-

das para certificar que ambos organismos fueran de cepas idénticas.⁷³

Pregunta 14: ¿El mantenimiento de condiciones normotérmicas en los pacientes tiene algún papel en la prevención de complicaciones infecciosas?

Consenso: Reconocemos la importancia del mantenimiento de las condiciones normotérmicas del paciente durante la cirugía en procedimientos no ortopédicos. Apoyamos las recomendaciones de la literatura provenientes de cirugía general e identificamos que este campo requiere más investigación en cirugía ortopédica.

Votación de los encargados: De acuerdo, 92%; en desacuerdo, 1%; abstenciones, 7%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Kurz y cols. efectuaron un estudio controlado aleatorizado (ECA) en pacientes sometidos a cirugía colorrectal mayor y demostraron un significativo descenso en los índices de ISQx entre los pacientes que recibieron líquidos endovenosos calientes y cobertores con aire caliente forzado (ACF), en comparación con pacientes que no recibieron una conservación planificada de normotermia.⁷⁴ Melling y cols. realizaron otro ECA en cirugías limpias no ortopédicas e identificaron la importancia de la normotermia en el paciente para la prevención de ISQx.⁷⁵ Un protocolo sistemático, que empleó cobertores con ACF o calentamiento local mediante el uso de vendaje con calor radiado, condujo a una reducción significativa de ISQ. Ninguno de dichos ECA se identificó en específico para procedimientos artroplásticos u ortopédicos en general.

Pregunta 15: ¿Los cobertores con aire caliente forzado (ACF) aumentan el riesgo de ISQx?

Consenso: Reconocemos un riesgo teórico derivado del uso del cobertores con ACF y que no hay ningún estudio que haya demostrado el incremento en las ISQx relacionado con el uso de dichos dispositivos. Recomendamos realizar más estudios sin cambiar las prácticas actuales.

Votación de los delegados: De acuerdo, 89%; en desacuerdo, 5%; abstenciones, 6%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Estudios recientes han aumentado la preocupación acerca de la posibilidad de que los dispositivos de aire caliente forzado (ACF) contaminen con bacterias el aire medio ambiental quirúrgico; algunos autores han evaluado su efecto en la interferencia del flujo de aire en el quirófano. McGovern y cols. realizaron un estudio experimental en donde encontraron que los cobertores con ACF originaron una interferencia en el flujo de aire en el sitio quirúrgico (se utilizó flujo laminar), cuando se compara con calentadores de tela en cirugías simuladas de ATC y de columna.⁷⁶ Legg y cols. encontraron un incremento en las partículas de aire en el sitio quirúrgico al usar ACF, en comparación con un calentamiento radiado.⁷⁷ Por el contrario, Sessler y cols. no identificaron que la calidad del aire se deteriorara con el uso de ACF bajo condiciones de flujo laminar.⁷⁸ Memarzadeh y

cols. informaron los resultados de un estudio computacional realizado por los *National Institutes of Health* que mostró una interferencia insignificante del flujo laminar con ACF.⁷⁹

Otros autores han investigado la contaminación bacteriana del aire en quirófano. Moretti y cols. tomaron muestras de aire en condiciones experimentales y demostraron mayor contaminación bacteriana del aire después de encender los cobertores con ACF; no obstante, fue menor que el deterioro de la calidad del aire provocado por el personal que coloca al paciente en el quirófano.⁸⁰ Tumia y cols. tomaron muestras de aire bajo condiciones de flujo laminar en procedimientos ortopédicos y no identificaron aumentos significativos en el conteo bacteriano del aire con el uso de ACF.⁸¹ Sharp y cols. también tomaron muestras de aire en quirófanos equipados con flujo laminar para estudiar el efecto del ACF en la calidad del aire con la ayuda de pacientes voluntarios con soriasis que tenían un aumento en el desprendimiento de células cutáneas.⁸² Los autores tomaron muestras del aire a 30 cm del sitio quirúrgico teórico y no obtuvieron cultivos positivos; además, se recurrió a una prueba de humo para tener acceso visual al flujo de aire y no encontraron alteraciones ocasionadas por el dispositivo de ACF. Zink y cols. también se preocuparon por la posible contaminación del ambiente quirúrgico con ACF. Aunque no recurrieron a muestras de aire, en cambio, colocaron placas de Petri para cultivo en el abdomen de voluntarios que usaban ACF y no identificaron ningún aumento en los índices de contaminación con el empleo de dicho dispositivo.⁸³

Albrecht y cols. encontraron que los filtros de entrada usados en los inyectores de aire no eran eficaces, ya que originaron la colonización en las partes internas del dispositivo. En general, 92% de los dispositivos que estudiaron presentaron crecimiento bacteriano positivo con microorganismos que frecuentemente se relacionan con IAP (la mayoría de las especies de estafilococos);⁸⁴ sin embargo, no existen evidencias concretas que vinculen el uso de sistemas de ACF con ISQx/IAP. McGovern y cols. estudiaron en 1,437 pacientes el cambio de un sistema de calentamiento de aire forzado por un sistema alterno; identificaron un aumento significativo en la infección profunda que fue demostrado por un incremento en el índice de probabilidades de infección (3.8, $p = 0.024$) durante el período en que se usó ACF, en comparación con el período en donde se usó calentamiento con telas conductoras. Los autores admitieron que el estudio fue observacional y podrían haber sido afectados por otras medidas de prevención de infecciones instituidas por el hospital.⁷⁶

Pregunta 16: ¿El personal de quirófano deberá descontaminarse las manos con una espuma a base de alcohol cada vez que sus manos han estado en contacto con objetos inanimados (incluyendo equipo médico) ubicados en las inmediaciones del paciente?

Consenso: Apoyamos las recomendaciones actuales para la higiene de manos en la atención al paciente.

Voto de los delegados: De acuerdo, 86%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 6%. (Consenso fuerte.)

Justificación: La higiene de manos que se realiza correctamente protege tanto al paciente como al personal sanitario de la transmisión cruzada de los agentes infecciosos. La higiene de manos debe ser realizada por personal involucrado en la exploración, la manipulación y la colocación del paciente, de acuerdo a como lo recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) en los cinco momentos para la higiene de las manos (se describirá más adelante).⁸⁵ Hay una amplia evidencia para confirmar la transmisión de patógenos que ocurre hacia un paciente desde su medio ambiente inmediato. Sin embargo, no hay pruebas suficientes para demostrar la influencia de la descontaminación de las manos en esta secuencia. Se requieren investigaciones clínicas de alta calidad para estudiar la eficacia de la descontaminación de las manos en la prevención de las ISQx y de IAP. Se ha sugerido la descontaminación frecuente de las manos,⁸⁶ pero se han expresado preocupaciones en relación con la irritación de la piel y las dermatitis de contacto.⁸⁷ Por otra parte, podría existir un cierto riesgo en el cambio de la flora bacteriana a bacterias colonizadoras cuando existen daños en la piel.⁸⁸

Se han descrito cinco pasos secuenciales para la transmisión cruzada de patógenos microbianos.⁸⁶ Éstos son: 1) el traslado de la flora de la piel a los objetos inanimados que rodean a los pacientes, 2) la implantación de las bacterias a las manos del trabajador de la salud, 3) la supervivencia de los microbios en las manos del trabajador, 4) inadecuada técnica de antisepsia por el trabajador de la salud y 5) la transmisión de las bacterias de las manos del trabajador a otros pacientes o a los objetos inanimados que potencialmente pueden estar en contacto con los pacientes.

Todos los días se desprenden de la piel normal aproximadamente 10^6 escamas que contienen microorganismos.⁸⁹ Por lo tanto, las superficies situadas en las inmediaciones del paciente (por ejemplo: suelo, ropa de cama, vestidos, mobiliario y equipo médico como los manguitos de presión arterial) pueden contaminarse con la flora de la piel de los pacientes.^{86,90-92} Las manos o los guantes de trabajadores de la salud también pueden estar contaminados después del contacto con objetos inanimados en las habitaciones de los pacientes.^{93,94} Diversos estudios basados en exámenes de laboratorio han demostrado que muchas bacterias, como *Staphylococcus aureus*, bacilos Gram negativos y enterococos pueden ser transferidos a las manos que tocan una superficie contaminada.^{86,94,95} Los microorganismos pueden sobrevivir en las manos por diferentes períodos de tiempo que varían entre unos minutos a varias horas. Las manos de los trabajadores sanitarios pueden colonizarse progresivamente debido a falta de higiene, mayor duración de la exposición y mayor cantidad de contaminantes.⁸⁶ En un estudio, el uso de un lavado de manos con un gel alcoholado se asoció con una disminución de 36% en la tasa de infección nosocomial.⁹⁶ Hay evidencias sustanciales que demuestran que la tasa de cuidados sanitarios asociadas con infecciones mejora con

los programas de promoción de la higiene de manos que incluyen: el uso de un desinfectante para manos a base de alcohol; aunque se requieren estudios con mejor metodología de diseño.⁸⁶

Pregunta 17: ¿Cuáles son las pautas para la higiene de manos y el uso de guantes para el personal sanitario en contacto con el paciente, durante la exploración, la manipulación y colocación en la mesa de operaciones?

Consenso: Apoyamos las recomendaciones actuales para la atención al paciente, de acuerdo con los principios de precauciones estándar.

Voto de los delegados: De acuerdo, 92%; en desacuerdo, 1%; abstenciones, 7%. (Consenso fuerte.)

Justificación: El personal de quirófano debe usar guantes según lo dictado por los principios de las Normas de Precauciones.⁹⁷ En caso de posibles contactos con sangre, fluidos corporales, secreciones, excreciones, membranas mucosas, piel no intacta o equipos contaminados, se requiere una alta protección al trabajador de la salud mediante el uso de guantes.⁹⁷ El uso de guantes no excluye la necesidad de aplicación de los principios de higiene de las manos. En el caso de que el paciente esté bajo precauciones de contacto, los guantes deben ser utilizados para todo contacto con el paciente y/o del entorno inmediato. La dinámica de contaminación es similar entre manos enguantadas y sin guantes.⁸⁶ Los guantes pueden estar contaminados después de tocar al paciente u objetos inanimados en la habitación del paciente.^{92,93,98,99} El riesgo de contaminación cruzada a través de guantes contaminados es similar a la de las manos desnudas.^{92,99} Por lo tanto, cuando se utilizan guantes en la atención al paciente, la higiene de manos debe realizarse antes de ponerse los guantes y después de quitárselos. Un solo par de guantes no se debe usar para los cuidados de más de un paciente.

Pregunta 18: ¿Debe usarse triple enguantada para evitar la contaminación durante una ATE?

Consenso: Se recomienda guantes dobles y reconocemos la ventaja teórica de guantes triples.

Voto de los delegados: De acuerdo, 89%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Una tasa relativamente alta de contaminación del guante interior se ha identificado en el doble enguantado, lo que lleva a la consideración de triple enguantado.^{100,101} Hester y cols. compararon la tasa de perforación de los guantes interiores con tres diferentes protocolos de colocación de guantes de látex en ATE: látex/tela, látex/látex y látex/tela/látex.¹⁰² Los autores encontraron una menor tasa de perforación cuando el guante exterior era de tela en comparación con un guante de látex. Con la interposición de un guante de tela entre dos guantes de látex se obtiene el índice más bajo de perforación. Mientras el doble enguantado con un guante de tela exterior tuvo un impacto notable

en la sensación táctil, era molesto al manipular cemento; el triple enguantado con un guante de tela entre dos guantes de látex no tiene un impacto tan importante. Sin embargo, no se informó de las diferencias en las tasas para considerarse estadísticamente significativo. Sebold y cols. demostraron que el uso de un guante de tela entre dos guantes de látex fue capaz de reducir las tasas de perforación del guante interior a cero en su institución.¹⁰³ De acuerdo con sus observaciones, la destreza del cirujano no fue afectada por este tipo de enguantado. Además, los autores mostraron que el uso de guantes ortopédicos exteriores da como resultado tasas más bajas de punción del guante interior que con los guantes de látex regulares. Sutton y cols. mostraron que un protocolo de triple enguantado con revestimiento resistente al corte interpuesto entre los dos guantes de látex redujo significativamente la tasa de perforación, en comparación con el doble uso de guantes de látex.¹⁰⁴ En general, el triple enguantado parece disminuir las tasas de perforación del guante interior: sin embargo, esto es a expensas de una disminución en la destreza quirúrgica y de la sensación táctil.

Pregunta 19: ¿Con qué frecuencia se deben cambiar los guantes durante la cirugía?

Consenso: Reconocemos la ventaja de los cambios de guantes por lo menos cada 90 minutos o con más frecuencia y de la necesidad de cambiar los guantes perforados. La permeabilidad parece estar comprometida por la exposición al cemento de polimetilmetacrilato, por lo que los guantes deben cambiarse después de la cementación.

Voto de los delegados: De acuerdo, 89%; en desacuerdo, 6%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Al-Maiyah y cols. llevaron a cabo un ECA en procedimientos de ATC donde el grupo de estudio incluía el cambio de guantes exteriores cada 20 minutos y antes de la cementación del implante, en comparación con sólo cambiarlos antes de la cementación en el grupo control.¹⁰⁵ El cambio, en cada 20 minutos, dio lugar a una reducción significativa en las tasas de perforación y contaminación de guantes externos. Kaya y cols. informaron que se produjeron perforaciones en los guantes después de una media de 90 minutos y sugirieron cambiar los guantes cada 90 minutos.¹⁰⁶ Dawson-Bowling y cols. evaluaron la contaminación de los guantes después de vestir la mesa de cirugía y antes de la apertura de los componentes finales y encontraron 12 y 24% de tasas de contaminación, respectivamente.¹⁰⁷ Beldame y cols. identificaron una tasa significativamente más alta de contaminación de los guantes antes de la implantación de prótesis por lo que aconsejaron cambiarse los guantes antes de este paso quirúrgico.¹⁰⁸ Los autores también mostraron que cuando se contaminan los guantes externos, un cambio regular de los guantes da como resultado un estado de esterilidad en 80% de los casos. Por otra parte, en un estudio prospectivo, Carter y cols. encontraron que la perforación del guante exterior del cirujano se perfora entre 3.7 y 8.3% de las cirugías de artroplastía

primarias y de revisión, respectivamente. También encontraron que la perforación del guante interior fue ignorada en 19% de las perforaciones con dobles guantes, por lo que se recomienda la inspección cuidadosa del guante interior cada vez que se nota que el guante exterior está perforado.¹⁰⁹

Pregunta 20: ¿Cuándo se deben abrir las bandejas de instrumentos?

Consenso: Se recomienda que el momento de apertura de las bandejas deba realizarse lo más cerca posible del comienzo de la intervención quirúrgica, evitando retrasos entre la apertura de las bandejas y el inicio de la cirugía.

Voto de los delegados: De acuerdo, 98%; en desacuerdo, 1%; abstenciones, 1%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Dalström y cols., recientemente han demostrado una correlación directa entre la duración de la exposición de las bandejas de instrumentos abierta y el riesgo de contaminación bacteriana.¹⁰⁹ Algunas bandejas se hallan contaminadas inmediatamente después de su apertura. Después de eliminar esas bandejas, se encontraron tasas de contaminación de cuatro a 30 minutos, de 15 a la hora, de 22 a las 2 horas, de 26 a las 3 horas y de 30 a las cuatro horas. Brown y cols. demostraron que el número de bacterias en el aire durante la preparación y cobertura de las mesas era 4.4 veces más alta que durante la cirugía, lo que lleva a recomendar que la apertura de los instrumentos se haga después de que se haya hecho la preparación y vestido del paciente.¹¹⁰

Pregunta 21: ¿Se deben cubrir las bandejas del instrumental con paños o campos estériles cuando no estén en uso?

Consenso: Reconocemos una ventaja teórica de cubrir las bandejas cuando no estén en uso por períodos prolongados y que las cubiertas con campos largos pueden ser desventajosas si se mueven a través del campo estéril desde áreas contaminadas. Recomendamos seguir estudiando esta cuestión en relación con el tiempo y las técnicas.

Voto de los delegados: De acuerdo, 90%; en desacuerdo, 4%; abstenciones, 6%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Chosky y cols. demostraron que cubrir los instrumentos con campos estériles reduce la tasa de contaminación bacteriana hasta cuatro veces.¹¹¹ La guía para el mantenimiento de un ambiente quirúrgico estéril emitida por la *Association of Perioperative Registered Nurses* (AORN) no recomienda cubrir la mesa estéril con campos que caen por debajo de la superficie de la mesa, porque esta práctica puede causar corrientes de aire que pueden transferir microorganismos de un área no estéril (por debajo del nivel de la mesa) al campo estéril sobre la mesa en el momento de retirar el campo.¹¹² Nevertheless, Dalstrom y cols. mostraron que cubrir las bandejas reduce significativamente el riesgo de contaminación y no identificaron ningún aumento en los riesgos de contaminación al descubrirlas.¹⁰⁹

Pregunta 22: Despues de la incisión de la piel, ¿se debe cambiar la hoja de bisturí para continuar las incisiones profundas?

Consenso: Reconocemos la existencia de mayores índices de contaminación comprobados en estudios hechos en las hojas de bisturí usadas para incidir en la piel, por lo que se recomienda cambiarlas después de la incisión de piel.

Voto de los delegados: De acuerdo, 88%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: En la mayoría de las instituciones se usan hojas diferentes para la incisión de la piel y para tejidos profundos en artroplastías totales. Sin embargo, varios estudios han cuestionado la necesidad de dicha práctica.^{113,114,115} Cuando se comparó la contaminación de los cuchillos de piel y bisturíes profundos, Ritter y cols. no fueron incapaces de identificar diferencias en los rangos de contaminación en ambas condiciones, tanto con aire convencional como con aire laminar.¹¹⁵ Además, los cultivos tomados en la herida profunda no se correlacionaron con los microorganismos que estaban en las hojas de los bisturíes. Con lo anterior, ellos desmienten que la contaminación de la herida profunda se lleve a cabo por cuchillas usadas en piel. Posteriormente, otros autores corroboraron estos hallazgos.^{113,114} Sin embargo, Davis y cols. identificaron un índice de contaminación de 9.4% en las hojas de piel superficiales. Esto apoya la práctica habitual de cambiar las hojas después de la incisión.²³ Schnidler y cols. reportaron una tasa de contaminación de 15.3% de hojas de piel, en las cuales crecieron estafilococos coagulasa negativos en 74%, que es una de las más frecuentes causas de IAP.¹¹⁶ En este estudio, 10.8% de hojas profundas estaban contaminadas en 50% con estafilococos coagulasa negativos. Con base en estos hallazgos, los autores admiten la necesidad de cambiar las hojas usadas en piel.

Pregunta 23: ¿Se debe cambiar la punta del electrocautero durante una artroplastía total? Si es así ¿con qué frecuencia?

Consenso: A falta de evidencia recomendamos su estudio y ninguna conducta en especial.

Voto de los delegados: De acuerdo, 95%; en desacuerdo, 0%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Después de revisar la literatura, no hubo estudios relevantes acerca de la necesidad y frecuencia de cambiar las puntas del electrocautero desechable durante una artroplastía total electiva.

Pregunta 24: ¿Se debe cambiar la cánula de aspiración con regularidad durante la cirugía? En caso de ser así, ¿con qué frecuencia? ¿Deben entrar al canal femoral las cánulas de aspiración?

Consenso: Recomendamos cambiar las cánulas de aspiración cada 60 minutos, basados en estudios que muestran

altas tasas de contaminación. Las cánulas de succión se pueden introducir en el canal femoral el tiempo necesario para evacuar fluidos, pero no deben dejarse en el canal, ya que circulan grandes cantidades de aire ambiental con partículas que pueden contaminar la cirugía.

Voto de los delegados: De acuerdo, 85%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 7%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Varios estudios han demostrado altas tasas de contaminación en las cánulas de succión durante la cirugía.^{23,117-123} En 1988, Strange-Vognsen y cols. identificaron una tasa de contaminación de 54% en procedimientos ortopédicos.¹²³ Veinte años más tarde, Givissis y cols. encontraron la misma tasa de contaminación con 78% de los casos con crecimiento de diferentes tipos de *Staphylococcus*.¹¹⁷ Los autores reportaron un caso de infección profunda del sitio quirúrgico (ISQx), donde el microorganismo era el mismo que el aislado de la cánula de aspiración; en relación con la duración del procedimiento, mostraron una tasa de contaminación de 9% en procedimientos con duración menor a una hora, comparados con 66.7% en procedimientos de más de una hora de duración. Lo anterior permite aconsejar el cambio de la cánula de aspiración cada hora. Strange-Vognsen y cols. reportaron hallazgos similares. Ellos recomiendan apagar la succión cuando no esté en uso. Sin embargo, existe la preocupación de que al apagar la succión haya un riesgo de contaminación del campo quirúrgico debido al flujo de retorno del material contenido a lo largo del tubo de aspiración y de la cánula. Greenough y cols. encontraron una tasa de contaminación de 37% de tubos de aspiración usados en ATC.¹¹¹⁸ Sin embargo, cuando se evaluó la cánula de aspiración usada únicamente para limpiar el canal medular; sólo uno de los 31 pacientes estuvo contaminado. Los autores aconsejaron cambiar la punta de succión antes de preparar el fémur en la ATC. La misma conclusión fue dada por Robinson y cols., quienes llevaron a cabo un estudio similar en pacientes sometidos a ATC en salas con flujo laminar e identificaron 41% de tasas de contaminación en las puntas de los aspiradores.¹²²

Pregunta 25: ¿Deben usarse lebrillos o recipientes con líquidos, ya que se conoce que son una fuente de contaminación?

Consenso: No recomendamos el uso de lebrillos o recipientes abiertos llenos de líquidos durante la cirugía.

Voto los delegados: De acuerdo, 88%; en desacuerdo, 3%; abstenciones, 9%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Andersson y cols. demostraron que en 13 de 21 soluciones de irrigación contenidas en lebrillos, estaban contaminados al final del procedimiento en salas con ventilación convencional.¹⁵ Baird y cols. revelaron una tasa de contaminación de 74% en especímenes tomados de lebrillos que contenían líquidos. En este estudio; el *Staphylococcus epidermidis* fue el organismo prevalente.¹²⁴ Anto y cols. demostraron una tasa de contaminación de 24% en muestras del líquido contenido en lebrillos.¹²⁵ Conversely, Glait y

cols. recientemente mostraron tasas de contaminación mucho más bajas en muestras tomadas de los lebrillos usados para lavar y almacenar instrumentos. Hubo un solo un caso de contaminación en 46 muestras (2.17%).¹²⁶ Sin embargo, ellos usaron hisopos para el cultivo en lugar de cultivar el líquido como se hace en otros estudios.

Pregunta 26: ¿Los instrumentos y guías de corte desechables reducen la contaminación y la subsecuente infección periprotésica (IAP)?

Consenso: Reconocemos posibles ventajas teóricas de los instrumentos desechables, pero en ausencia de datos no podemos hacer recomendaciones.

Voto de los delegados: De acuerdo, 95%; en desacuerdo, 3%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Mont y cols. recientemente han demostrado una disminución en el rango de contaminación de 57% en artroplastía no navegadas de rodilla, en comparación con 32% observado en cirugía navegada, cuando se usan instrumentos, sierras de corte y prótesis de prueba desechables.

La instrumentación personalizada puede acortar la duración de la cirugía en ATR.¹²⁸ Sin embargo, no hay estudios que hayan evaluado específicamente la incidencia de IAP en pacientes en los que se han utilizado guías de corte personalizados o instrumentos desechables frente a los que se someten al mismo procedimiento y se usan instrumentos y guías de corte convencionales. Por lo tanto, esta cuestión sigue sin resolverse.

Pregunta 27: ¿Qué papel juegan los campos protectores aplicados a piel? ¿Qué tipo de campo quirúrgico protector debe utilizarse para la incisión (impregnado con antisépticos o sin ellos)?

Consenso: Reconocemos la existencia de estudios que muestran cómo los campos quirúrgicos impregnados con antisépticos que se aplican sobre la piel para cubrir el área quirúrgica redujeron el número de bacterias en piel; aún no se ha establecido ninguna correlación con el desarrollo de ISQx. Nosotros no hacemos ninguna recomendación sobre el uso de barreras cutáneas, pero recomendamos que se realicen estudios futuros.

Votos de los Delegados: De acuerdo, 89%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Existen preocupaciones acerca de la colonización del sitio quirúrgico durante la cirugía con la flora microbiana existente en la piel del paciente.¹²⁹⁻¹³² Los campos protectores de piel intentan proporcionar una barrera estéril desde el comienzo de la cirugía. Estos campos se utilizan en los sitios quirúrgicos ya preparados y lavados para proporcionar una protección adicional y reducir al mínimo el riesgo de colonización profunda. Si bien se ha demostrado que los campos protectores impregnados con antisépticos disminuyen las tasas de colonización profunda con la flora de la piel, las evidencias existentes han sido inconsis-

tentes para establecer su valor real en la prevención de las ISQx. No se cuenta con suficientes estudios de alta calidad que evalúen la ISQx como punto final. Debe evitarse el uso de los campos adhesivos protectores impregnados con yodo en pacientes con alergia sistémica o tópica a este elemento.

La acción bactericida del yodo que contienen algunos campos de protección, es inferior al de las soluciones que se usan para la preparación de la piel, tales como Betadine® (povidona + yodo). No es recomendable el uso único de campos de protección como un sustituto de la preparación convencional de la piel.¹³³

En un estudio experimental en la piel de individuos normales, se incorporó un iodóforo a un campo de protección convencional; lo anterior se asoció en forma significativa a una menor tasa de colonización de bacterias preexistentes en la piel, en comparación con otros métodos de preparación de la piel, con o sin el uso de campos impregnados.¹³¹ Sin embargo, en otro estudio experimental sobre un modelo animal, se encontró que después de contaminar la piel con *Staphylococcus aureus*, el uso de campos adhesivos impregnadas con yodo fueron tan ineficaces para reducir el número de unidades formadoras de colonias como los del grupo control.¹³⁴ Otro estudio experimental encontró que los campos adhesivos no impregnados pueden facilitar las tasas de colonización después del empleo de un antiséptico durante la preparación de la piel del sitio quirúrgico.¹³⁵ En contraste, en una investigación previa, las bacterias no se multiplicaron por debajo de un campo adhesivo plástico y no ocurrió migración colateral de bacterias.¹³⁶

En un ECA prospectivo, Chiu y cols. no pudieron demostrar diferencias entre las tasas de contaminación de la herida después de cirugías en fracturas agudas de cadera, con y sin el uso de campos protectores de plástico (4/65 frente a 1/55 con y sin campos protectores de plástico, respectivamente).¹³⁷

En otro ECA prospectivo que analizó cirugía abdominal en grupos con procedimientos limpios y en limpios contaminados, los campos de protección impregnados de yodo redujeron significativamente la contaminación de la herida quirúrgica por microorganismos normales en piel. Sin embargo, el estudio fue incapaz de detectar diferencias significativas en la tasa de ISQx cuando se comparó con el grupo de control en el que no se utilizó ningún campo (5.9 frente a 5.6% para procedimientos realizados con y sin campos de protección, respectivamente).¹³⁸

En un estudio prospectivo que comparó 122 pacientes sometidos a cirugía de cadera en la que se utilizó Ioban® (3M Company, EUA) en el sitio quirúrgico 24 horas antes de la cirugía, las muestras bacteriana tomadas de la herida al final del procedimiento mostraron que con este método las tasas de contaminación se redujeron.¹³⁹

Una revisión combinó los resultados de varios ensayos clínicos (donde la mayoría no cumplieron con los criterios para pruebas de alta calidad) elaborados en una amplia gama de procedimientos de cirugía limpia y limpia contaminada (cesáreas, abdominales y fracturas de cadera). En estos estudios se utilizaron campos adhesivos de plástico (Op-Site®

de polietileno (Smith & Nephew), Ioban® de poliuretano (3M) y Steridrape® de polivinilo (3M, Reino Unido). Los autores concluyeron que en los siete ensayos analizados los campos adhesivos no reducen la tasa de infección y algunas evidencias los asocian con mayores riesgos.¹⁴⁰ Los autores llegaron a la conclusión de que si la piel del paciente se desinfecta de una manera adecuada antes de la cirugía, es poco probable que se desarrolle una ISQx; por lo tanto, los intentos para aislar la piel de la herida utilizando un campo adhesivo pueden ser inútiles y potencialmente perjudiciales, ya que la humedad excesiva bajo los campos de plástico puede favorecer la migración de las bacterias que residen en los folículos pilosos hacia la superficie y multiplicarse.^{137,140}

Otra cuestión que debe tenerse en cuenta es que el tipo de preparación de la piel afecta la adhesividad del campo protector.¹⁴¹ Algunos estudios demostraron que el uso de DuraPrep® (0.7% de yodo + 74% de alcohol isopropílico [3M]) mejoró la capacidad adhesiva de los campos de incisión.^{129,130} La elección de un producto adecuado para preparar la piel, que mejore la adherencia del campo protector puede minimizar la posibilidad de despegar el campo y la potencial contaminación de la herida. Se ha llegado a la conclusión de que el que se despeguen los campos de incisión de la piel, se asocia a un aumento de seis veces más en la tasa de infección, cuando se compara con los procedimientos quirúrgicos en los que el campo de protección no se despegó.¹⁴² Un ECA prospectivo en pacientes con ATE confirmó que el uso de DuraPrep® se asoció significativamente con una mejor adherencia del campo protector cuando se comparó con el uso de soluciones para limpieza y marcaje a base de yodo-povidona. Sin embargo, el estudio no pudo demostrar una diferencia significativa en la tasa de contaminación de la piel entre ambos grupos, aunque se atribuye al DuraPrep® una tasa ligeramente menor de contaminación.¹³⁰

Las reacciones alérgicas a yodo-povidona pueden ocurrir. Hay al menos un informe de casos de dermatitis de contacto alérgica asociada con el uso de campos protección impregnados con yodo.^{143,144}

Pregunta 28: La aplicación de campos u otros materiales estériles para mantener cubiertos los bordes de la herida y la grasa subcutánea durante una operación, ¿disminuyen la posibilidad de contaminación e infección de la herida?

Consenso: Reconocemos la práctica de cubrir los bordes de la piel con materiales estériles, pero hay amplias variaciones en la práctica clínica y no hacemos ninguna recomendación.

Voto de los delegados: De acuerdo, 94%; en desacuerdo, 2%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Las evidencias sobre la aplicación de materiales estériles en los bordes de la herida están reportadas principalmente en cirugía abierta abdominal.¹⁴⁵ No hay evidencias en cuanto a su uso en cirugía ortopédica y no se ha encontrado ninguna recomendación en cuanto a

su uso para evitar IAP. Las compresas o campos quirúrgicos pueden servir de apoyo a los campos de protección cutáneos para proteger contra los instrumentos que entran y salen de la herida quirúrgica durante el procedimiento. También pueden proteger los bordes de la herida de traumas por instrumentos, como por ejemplo separadores o brocas.

Los aditamentos para proteger los bordes de las heridas (protectores de heridas o guardias de heridas) se han usado en cirugía abdominal para evitar la contaminación y el trauma en los bordes de las heridas durante las laparotomías.^{145,146} Hay dos principales tipos de protectores: (1) Protectores de heridas con anillos externos e internos, conectados por un plástico impermeable que cubre los bordes de la herida y (2) los que tienen un anillo interno conectado a una cubierta que se extiende hacia fuera y sobre el abdomen y se fija a él por materiales adhesivos o clips.¹⁴⁶ Proveen una barrera física que protege el sitio de incisión de contaminación. Los protectores de heridas sólo han sido utilizados en cirugía abdominal.¹⁴⁵ Dos metaanálisis de ECAs compararon usar o no protectores de herida durante laparotomías abdominales. Los autores concluyeron que su uso parece proteger contra la infección del sitio quirúrgico (ISQx).^{145,146} Sin embargo, la calidad de esos ECAs ha sido pobre. Están registrados dos estudios multicéntricos en procedimientos de laparotomía abdominal que se están llevando a cabo en este momento.^{147,148}

Pregunta 29: ¿Qué tipo de cubiertas quirúrgicas se deben usar (desechables)?

Consenso: Reconocemos la penetración de líquidos por las cubiertas o campos quirúrgicos. Se cree que la penetración líquida es equivalente a contaminación, por lo que recomendamos usar cubiertas impermeables. En ausencia de datos en cubiertas desechables contra las de tela, no hacemos recomendaciones.

Voto de los delegados: De acuerdo, 90%; en desacuerdo, 6%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: La evidencia disponible es únicamente experimental. La mayoría de los estudios se han realizado en modelos donde se usaron rigurosas condiciones que no son habituales en situaciones de la vida real. Los ensayos clínicos con IAP como punto final son escasos.

Además de las propiedades físicas del material utilizado para la fabricación de cubiertas o campos quirúrgicos, ciertos factores tales como presión, fricción, tiempo de contacto con materiales contaminados, estado de humedad/sequedad y el agente humedecedor (sangre, solución salina, soluciones antisépticas, etcétera) pueden afectar la permeabilidad antibacteriana de los campos.^{149,150} Sabemos que puede ocurrir el paso de bacterias a través de las cubiertas secas, pero la tasa de bacterias se incrementa cuando se humedecen con solución salina normal o sangre y se disminuye cuando se humedecen con soluciones antisépticas (iodo o clorhexidina).¹⁴⁹

Por otra parte, el material de manufactura de los campos puede mostrar diferentes grados de impermeabilidad en función de los agentes a los que están expuestos (fluidos acuosos, albumina o bacterias).^{151,152,153} Las cubiertas de tela y las sintéticas varían en la capacidad para resistir el ataque bacteriano. Las cubiertas sintéticas desechables son superiores a las reusables de tela en cuanto a su resistencia a la penetración bacteriana. Cuando son humedecidas por solución salina normal, las cubiertas reusables de tela fueron penetradas por bacterias en 30 minutos, mientras la mayoría de las desechables sintéticas no lo fueron.¹⁵¹ El ser promocionadas como impermeables, no es necesariamente cierto que así sea para las bacterias, ya que la impermeabilidad puede variar entre las diferentes marcas de campos desechables. Sin embargo, los campos desechables sintéticos disminuyen considerablemente el paso de bacterias a través de ellas.¹⁵⁴

Se realizaron dos ECAs comparando campos reusables y desechables en cirugía electiva abdominal y bypass coronario, tomando a la ISQx como su principal complicación. Ninguno de estos estudios encontró diferencias entre estos dos tipos de cubiertas.^{155,156}

Pregunta 30: ¿Existe evidencia de que el uso de campos en "U" aplicados antes y después de la preparación rutinaria aíslan efectivamente el área no preparada del campo quirúrgico?

Consenso: Reconocemos que las cubiertas adhesivas en "U" para aislar el periné, han sido una práctica tradicional, pero en ausencia de información no podemos hacer recomendaciones.

Voto de los delegados: De acuerdo, 83%; en desacuerdo, 11%; abstenciones, 6%. (Consenso fuerte.)

Justificación: No existen reportes publicados o no publicados relacionados con este tema que hayamos podido identificar.

Pregunta 31: ¿Es útil la irrigación? ¿Cómo debería ser el método de aplicación de los líquidos para irrigación (pulsátil alto, pulsátil bajo o jeringas de irrigación)?

Consenso: Reconocemos las bases teóricas de la irrigación para disminuir la contaminación y del retiro del tejido no viable. Es de esperarse que a un mayor volumen de irrigación se logre un mayor beneficio. Reconocemos las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de irrigación, pero no hacemos recomendaciones entre un método sobre el otro.

Voto de los delegados: De acuerdo, 91%; en desacuerdo, 4%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Hay datos indirectos que estiman el volumen óptimo de irrigación en las artroplastías totales. En un estudio con animales y otro con humanos, se observó que el aumentar el volumen de irrigación con soluciones remueve mayor cantidad de partículas y bacterias, pero el efecto se alcanza dependiendo del sistema utilizado. No se han reportado estudios clínicos en humanos que hayan relacionado

el número de bacterias con el volumen de irrigación.^{157,158} Actualmente no hay estudios de alta calidad en infecciones periprotésicas que estudien como punto final la influencia de la irrigación sobre las infecciones. Tampoco se encontraron evidencias que consideren las diferencias entre los tipos de irrigación en artroplastías totales electivas. El uso del lavado pulsátil a alta presión puede tener los beneficios potenciales de ser ahorrador de tiempo, que remueve tejido necrótico y desbrida más efectivamente.^{159,160,161,162,163,164} Además, también mejora la fijación mecánica de las artroplastías cementadas al permitir una mayor penetración del cemento en el hueso esponjoso. Sin embargo, hay ciertas preocupaciones con los lavados a alta presión en las que se cuestiona acerca del daño que puede causar a las estructuras tisulares y a la propagación de bacterias a capas más profundas de tejidos blandos. Los lavados pulsátiles a alta presión, tal vez deberían reservarse para heridas altamente contaminadas o para las abiertas en las que el inicio del tratamiento ha tenido algún retraso. La irrigación a baja presión puede ser útil si la contaminación es mínima o el tratamiento es inmediato. Se carecen de evidencias de alta calidad que consideren la presión óptima de lavado en artroplastías primarias o de revisión.

Con los lavados normales con solución salina se ha visto una disminución en la cantidad de bacterias presentes en el sitio quirúrgico,¹⁶⁵ lo que indica que deben considerarse los componentes de remoción física en cada modalidad de irrigación. La irrigación con solución salina para una cirugía limpia contaminada (apendicetomía) disminuye la infección del sitio quirúrgico cuando se compara con los casos que no son irrigados.^{166,167} En un estudio en el que se utilizaron lavados pulsátiles con solución salina después de una artroplastía total de rodilla no cementada, se recolectaron consecutivamente las partículas mayores a 1 μm después de cada litro del lavado hasta llegar a 8 litros. El número de esas partículas fue grande en el primer litro del lavado, pero disminuyeron gradualmente hasta el octavo litro. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la disminución del número de bacterias entre el primero y segundo, el segundo y tercero y el tercero y cuarto lavados. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas después del cuarto. Los resultados de este estudio indican que un lavado con 4 litros usando lavadores pulsátiles es efectivo para remover partículas de hueso y cemento durante la artroplastía total de rodilla cementada. Los autores sugirieron que si las bacterias se consideran partículas mayores a 1 μm , un lavado de pulsátil de 4 litros puede ser efectivo para la remoción de éstas.¹⁵⁸

La literatura no establece la definición precisa de lo que son lavados de alta o baja presión. Generalmente, presiones por debajo de 15 psi (103.4 kPa) y por encima de 35 psi (241.3 kPa) se consideran respectivamente de baja o alta presión.¹⁶⁸ En estudios *in vitro*, los lavados de alta presión han demostrado incrementar la penetración de cemento al tejido esponjoso que aumenta la fuerza mecánica entre la interface cemento-hueso.¹⁶⁹⁻¹⁷⁴ En estudios *in vivo*

también se ha demostrado una menor radiolucencia entre el implante y el hueso durante el seguimiento con rayos X.¹⁷⁵ En suma, se ha demostrado la relación entre presión de irrigación y la cantidad de material celular removido del hueso trabecular.¹⁷⁶ Sin embargo, no hay acuerdos en cuanto a un punto de corte para el lavado a alta presión. Algunos estudios sugieren que, incluso con lavados a una presión considerada muy baja que tienen efectos macroscópicos, pueden también generar efectos sobre las células mesenquimales de la médula ósea y encauzarlas a una diferenciación hacia tejido adiposo, lo cual ocasionaría una merma en el contenido de osteoblastos medulares.¹⁵⁹

Los lavados a alta presión pueden resultar en daños al hueso esponjoso, hueso cortical y músculo; y pueden influenciar negativamente en el proceso de curación y formación temprana de hueso nuevo.^{91,176-178} En modelos *in vitro*, el lavado pulsátil (a alta o baja presión) puede producir una mayor inoculación profunda de bacterias al hueso y contaminar tejidos cercanos,¹⁷⁹ cuando se comparan con los efectos que produciría un cepillado o lavado con jeringas con bombillas.^{162,179} Se ha descrito que los lavados pulsátiles a alta presión ocasionan una penetración más profunda de las bacterias en el tejido muscular cuando se comparan con los lavados pulsátiles a baja presión.¹⁶⁸

Hay una cantidad considerable de evidencias en las que se han estudiado los lavados a presión en fracturas abiertas y las heridas contaminadas. Algunos estudios recientes *in vitro* e *in vivo*, que incluyen estudios en animales y humanos, demostraron que los lavados a alta presión son más efectivos que los lavados a baja presión para remover partículas, bacterias y tejido necrótico, particularmente en heridas contaminadas en las que el inicio de tratamiento se retrasó.¹⁵⁹⁻¹⁶⁴ Aún más, en un modelo experimental se demostró que el lavado pulsátil a baja presión fue más efectivo y eficiente para reducir el número de bacterias que los efectuados con las jeringas de irrigación con bombilla.¹⁸⁰

Un ECA prospectivo demostró que el lavado pulsátil a presión en comparación con el lavado normal con jeringa o con lebrillos llevan a una menor incidencia de infección periprotésica después de hemiartroplastías cementadas por fractura de cadera (3/164 versus 10/192 para los grupos de lavado pulsátil y con jeringa, respectivamente).¹⁸¹ En otro estudio, el uso de lavados pulsátiles a alta presión durante un desbridamiento abierto para el tratamiento de infecciones agudas de implantes ortopédicos (principalmente ATR, ATC y hemiartroplastía de cadera) tuvo resultados similares que los lavados manuales convencionales a baja presión (n=79).¹⁸²

Pregunta 32: ¿Qué tipo de solución debería usarse para irrigar? ¿Deben agregarse antibióticos a las soluciones de irrigación?

Consenso: Como ya se ha reconocido en la pregunta 31, también estamos de acuerdo con las ventajas mecánicas de la irrigación, pero hay evidencias en conflicto para apoyar el

uso de un agente sobre otro para irrigar, por lo que no hay recomendaciones para ningún tipo de solución de irrigación.

Voto de los delegados: De acuerdo, 90%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 3%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Los detergentes como el jabón o el cloruro de benzalconio son efectivos por sus propiedades intrínsecas para disminuir el número de bacterias en heridas musculoesqueléticas. Los detergentes actúan interrumpiendo las fuerzas electrostáticas e hidrofílicas, y de este modo inhiben la capacidad de las bacterias para unirse al tejido blando y hueso. Es posible que algunos detergentes actúen en algunas bacterias más eficientemente que en otras.^{157,183}

Disponemos de poca evidencia en favor de los beneficios de irrigar con solución diluida de betadine antes de cerrar una herida quirúrgica. Su uso no ejerce ninguna influencia en el proceso de cicatrización de la herida o produce algún otro efecto adverso mayor. La preocupación por su potencial condrotoxicidad se apoya únicamente en evidencias experimentales. Con concentraciones bajas (de 0.35 al 0.5%) y períodos cortos de lavado, podrían evitarse los potenciales efectos de condrotoxicidad en las artroplastías de rodilla. Se necesita mayor evidencia clínica para definir las concentraciones óptimas y el tiempo de exposición.

Los perfiles farmacodinámicos de los antibióticos varían dependiendo del tipo, dosis y vía de administración;¹⁸⁴ de esta forma, las variaciones en esos factores, las conductas de suministro y las carencias en los criterios de eficacia específica hacen difícil llegar a una conclusión que considere si los antibióticos tópicos son eficaces; y si es así, de qué tipo deberían usarse y qué formulas serían las óptimas para la profilaxis de infecciones del sitio quirúrgico. Por otra parte, se ha cuestionado la seguridad en el uso de antibióticos tópicos. Las evidencias que consideran la irrigación de las heridas con soluciones antibióticas provienen principalmente de especialidades quirúrgicas no ortopédicas en cirugías libres de contaminación. La mayoría de los ECAs encontraron que el agregar antibióticos a las soluciones de irrigación no disminuyó significativamente la tasa de infección del sitio quirúrgico, comparada con los casos irrigados con solución salina normal.^{160,185-189} Este hallazgo también ha sido comprobado en algunos estudios experimentales.^{157,190} Se requiere mayor evidencia de alto nivel en infecciones del sitio quirúrgico o infecciones periprotésicas para evaluar la eficacia y los potenciales efectos adversos de la irrigación local con soluciones antibióticas en el sitio quirúrgico.

Estudios *in vitro* demuestran que el jabón es más efectivo que las soluciones antibióticas para remover de los implantes metálicos y del hueso los *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*.^{191,192} En un ECA hecho en fracturas abiertas, no hubo diferencias en la incidencia de infección del sitio quirúrgico tanto con el jabón como con las soluciones con bacitracina, aunque hubo más complicaciones en la herida con ésta.¹⁹³

En un ECA, hecho en cirugía general, en grupos donde se utilizó solución salina (39/258) hubo más infecciones de la herida en comparación con el grupo en el que se emplea-

ron soluciones con yodo-povidona (7/242).¹⁹⁴ La irrigación con solución yodo-povidona diluida (0.35%) antes de cerrar la herida quirúrgica en ATC y ATR se asoció con una disminución significativa en infecciones periprotésicas.¹⁹⁵

El empleo de esta solución también se asoció con una disminución importante en la tasa de infecciones profundas del sitio quirúrgico en cirugía de columna (6/206 en el grupo en donde no se utilizó Betadine versus 0/208 en el grupo en que sí se usó).¹⁹⁶ Diez de 15 estudios (11 RCTs y cuatro estudios prospectivos comparativos) incluidos en una revisión sistemática de diferentes especialidades quirúrgicas (dos estudios de cirugía de columna) demostraron que la irrigación con yodo-povidona fue significativamente más efectiva para prevenir infecciones del sitio quirúrgico que cuando se utilizó solución salina, agua o no se irrigó.¹⁹⁷ Los otros cinco estudios restantes no detectaron diferencias significativas. Estos estudios tienen serias limitaciones metodológicas, como son: una variedad considerable en los tipos de cirugía, si la cirugía fue limpia o contaminada, las concentraciones no uniformes de yodo-povidona y uso de diversos antibióticos profilácticos. No hubo complicaciones ni efectos adversos reportados en la cicatrización de la herida, ni tampoco alteraciones en la consolidación ósea con el uso de irrigación con Betadine diluida.¹⁹⁶ Otro estudio demostró un incremento del yodo sérico postoperatorio que no se relacionó con ningún efecto adverso.¹⁹⁷ La citotoxicidad de solución yodo-povidona es controvertida. La capacidad del condrocito para sintetizar DNA disminuye significativamente después de cinco minutos de exposición de yodo-povidona a 1%. Otros estudios demuestran efectos tóxicos similares con solución yodo-povidona sobre los fibroblastos, queratinocitos, células sinoviales y condrocitos.^{198,199} La citotoxicidad se ha relacionado por estudios hechos en condrocitos bovinos con un largo tiempo de exposición, independientemente de la concentración, aunque las concentraciones más elevadas estuvieron asociadas a una menor viabilidad de los condrocitos. Una concentración a 0.35% de yodo-povidona fue la menos condrotóxica, pero aun así se redujo la viabilidad celular cuando se aplicó por más de un minuto. La citotoxicidad se ha observado en osteoblastos embrionarios de tibia de pollo cultivados en una concentración de 5% de Betadine.²⁰⁰ Ocurren menores efectos citotóxicos con concentraciones de yodo-povidona a 0.5%. Las preparaciones de yodo-povidona a 1.5 ó 10% no tienen efectos deletéreos en la cicatrización de las heridas en animales y humanos.²⁰¹ La irrigación con yodo-povidona no debe usarse en pacientes con sensibilidad al yodo, en quemaduras o en enfermedad renal o tiroidea.¹⁹⁷ La esterilidad de la solución yodo-povidona antes de su uso debe ser meticulosamente monitorizada porque su contaminación se ha asociado con complicaciones infecciosas.^{202,203} Un estudio experimental mostró que no hubo diferencias en la calidad de la fijación del cemento cuando la irrigación fue hecha con yodo-povidona o solución salina normal, aunque ambas soluciones fueron inferiores a la solución de peróxido de hidrógeno.²⁰⁴

Los antibióticos tópicos deberían tener un amplio espectro, escasa absorción sistémica y ser relativamente ba-

ratos e inocuos para los tejidos. Los antibióticos tópicos más comúnmente utilizados incluyen: cefalosporinas, aminoglucósidos (neomicina), glucopéptidos, cloranfenicol, polimixina y bacitracina.^{184,205} Las probables ventajas de los antibióticos tópicos son su limitado potencial para la absorción sistémica y su toxicidad, bajo potencial para desarrollar resistencia a los mismos y el hecho de que sus efectos son esencialmente independientes de los cambios fisiológicos locales que podrían afectar la eficacia de los sistémicos.²⁰⁶ Sin embargo, los antibióticos tópicos pueden producir dermatitis por contacto o hipersensibilidad. Se ha reportado que su uso está asociado con afecciones sistémicas tan serias como la anafilaxia con bacitracina, sordera y falla renal cuando se combina neomicina-bacitracina-polimixina.²⁰⁷⁻²⁰⁹

Estudios recientes demostraron que la administración tópica profiláctica de antibióticos en la incisión quirúrgica durante varios procesos ortopédicos y no ortopédicos es más eficaz que la solución salina normal. Sin embargo, no se han reportados resultados consistentes en cuanto a su eficacia.¹⁸⁵ Estudios *in vitro* y en animales usando hueso o superficies metálicas fallaron al querer demostrar un mejor desempeño de las soluciones con neomicina o bacitracina, en comparación con la solución salina normal para remover bacterias de hueso, titanio y acero inoxidable.¹⁹⁰⁻¹⁹² A pesar de la evidencia que los antibióticos tópicos disminuyen la inoculación bacteriana en heridas quirúrgicas limpias,²¹⁰ no se ha demostrado que ofrezcan mayor ventaja sobre los antibióticos intravenosos profilácticos, ni que hayan probado la disminución de la incidencia de infecciones en el sitio quirúrgico.^{184,186} Un estudio con un modelo canino de artroplastía total reportó una disminución en la tasa de infección del sitio quirúrgico cuando se usaron líquidos de irrigación que contenían neomicina.²¹¹ Hay preocupaciones por los efectos adversos de las soluciones con antibióticos tópicos sobre la herida y la consolidación de fracturas en hueso. Un ECA sobre fracturas expuestas encontró que la irrigación tópica con solución con bacitracina no disminuyó la incidencia de infección del sitio de fractura en comparación con el jabón, pero estaba asociada a una mayor tasa de complicaciones en la herida.¹⁹³

Pregunta 33: ¿Juega algún papel la aplicación intraoperatoria de productos derivados de sangre autóloga en la prevención de infección de las heridas?

Consenso: En ausencia de datos, no recomendamos considerarlos productos derivados de sangre autóloga para la prevención de infecciones en las heridas.

Voto de los delegados: De acuerdo, 94%; en desacuerdo, 2%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Aunque se han observado algunos beneficios con la aplicación de productos derivados de sangre autóloga en artroplastías totales, la mayoría de los estudios no fueron suficientemente consistentes para detectar diferencias en infecciones periprotésicas. Sólo un ECA demos-

tró que el uso de esos productos disminuye directamente la incidencia de infección postoperatoria de la herida.²¹² Se requiere efectuar más ensayos con infecciones periprotésicas como punto final de investigación.

La aplicación combinada de plaquetas autólogas en gel y selladores de fibrina sobre los tejidos de la herida al final de la cirugía en ATR, se asoció a una hemoglobina postoperatoria más elevada, disminución en la necesidad de transfundir sangre, la incidencia de exudado, las dificultades para curar la herida y la infección (0/85 versus 4/80). Estas variables fueron significativamente menores en pacientes manejados con gel plaquetario y selladores de fibrina.²¹²

En un estudio multicéntrico en rodillas (n = 58), en el que se agregó a las medidas hemostáticas estándar el rociado tópico de adhesivos tisulares de fibrinógeno (un crioprecipitado no autólogo de fibrinógeno), resultó en una disminución de la pérdida sanguínea y redujo los requerimientos de transfusión. Hubo tres casos de infección superficial de la herida (2/29 y 1/29 para el grupo de estudio y el grupo control, respectivamente) sin alguna diferencia significativa.²¹³ Otros ECAs similares en ATR (n = 53)²¹³ y ATC (n = 81)²¹⁵ reportaron hallazgos similares sobre la pérdida sanguínea.

En un ECA, que utilizó selladores de fibrina autóloga en ATC, hubo una asociación de menor drenaje de la herida y pérdida sanguínea. Las tasas de transfusión y estancia hospitalaria permanecieron similares a los del grupo control.²¹⁶

En una revisión que incluyó seis ensayos,²¹³⁻²¹⁸ se estudió el uso de selladores de fibrina en cirugía ortopédica. Fueron incluidos 482 pacientes, de los cuales 235 se aleatorizaron para recibir selladores de fibrina. La revisión encontró que el uso de selladores de fibrina en un contexto de cirugía ortopédica asociada con pérdida sanguínea se redujo en un promedio de 233 ml por paciente y también redujo en 32% el riesgo de una transfusión alógenica de células rojas. Los selladores de fibrina no están asociados con una disminución en el riesgo de infección de heridas, de cualquier tipo de infección, formación de hematomas o muerte. La estancia hospitalaria no se redujo con su uso.²¹⁹

Pregunta 34: ¿Las grapas o el tipo de sutura tienen un efecto sobre eventos infecciosos? Si es así, ¿cuál es el mejor método de cierre para prevenir eventos infecciosos?

Consenso: En la ausencia de datos concluyentes y la amplia diversidad de prácticas quirúrgicas, no podemos hacer recomendaciones en cuanto al empleo de suturas específicas o de grapas para la prevención de infección.

Voto de los delegados: De acuerdo, 92%; en desacuerdo, 3%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Debido a definiciones imprecisas de las complicaciones infecciosas en las heridas quirúrgicas, somos incapaces de emitir una recomendación sobre el mejor método de cierre de las heridas para prevenir complicaciones infecciosas. Además, la mayoría de los estudios revisados no tuvieron valor estadístico. Carecemos de pruebas

respecto a pacientes cuyo estado de salud pueda interferir con la cicatrización de heridas en los sitios quirúrgicos sujetos a alta tensión sobre las suturas. Los adhesivos tisulares deberían ser considerados como selladores biológicos más que un método de cierre con fuerza mecánica.

En un ECA que incluyó 75 pacientes sometidos a ATR, no se observaron diferencias significativas en cuanto a infección, dehiscencia, salud general y evaluación clínica y funcional. El estudio comparó lo siguiente: (1) dos suturas adhesivas tisulares diferentes para el plano cutáneo final: a) 2-octil, b) n-butil-2, (2) grapas y (3) suturas convencionales subcutáneas. Se observó que la estancia hospitalaria fue mayor en el grupo con grapas.²²⁷ Otro ensayo incluyó 187 pacientes que fueron sometidos a ATR (n = 85) y ATC (n = 102); se comparó el cierre de la herida con 2-octilcianoacrilato (OCA), grapas y suturas.²²⁸ El sellado del cierre fue medido por el manchado hemático en el apósito que cubría la herida. El manchado a través de la herida (menos de 24 horas aproximadamente) se redujo con OCA tanto en la ATC como en la ATR. En la ATR, fue observado un manchado más prolongado en la herida. No se observaron diferencias significativas en la incidencia de infecciones superficiales entre los grupos. No se detectó ninguna infección profunda. El sellado de la herida fue significativamente mejor con OCA en ambas articulaciones. Los autores concluyeron que para las heridas quirúrgicas con gran movilidad (como en la ATR) no es apropiado el OCA para el cierre de piel, porque no suministra la resistencia adecuada para resistir una movilidad temprana.

En otro ensayo que incluyó 90 pacientes con ATC, tanto los adhesivos de piel como las grapas quirúrgicas tuvieron buena efectividad para el cierre de piel. Las grapas fueron más rápidas, menos costosas y más fáciles de usar que los adhesivos de piel. No hubo diferencias significativas en cuanto a complicaciones, aunque el estudio no fue diseñado para detectar casos de infecciones profundas.²²⁹

Una revisión de ECAs con pacientes adultos y pediátricos en diferentes especialidades quirúrgicas no ortopédicas,²³⁰ concluyó que las suturas fueron significativamente mejores que los adhesivos tisulares para disminuir las dehiscencias y que las suturas fueron significativamente más rápidas. No se encontraron diferencias entre adhesivos tisulares y «cintas adhesivas» para disminuir las dehiscencias o la infección. Las «cintas adhesivas» y las grapas fueron significativamente más rápidas para cerrar que los adhesivos tisulares. En cuanto a los resultados de dehiscencia e infección no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los adhesivos de alta y baja viscosidad.

Smith y cols. realizaron un metaanálisis para comparar los resultados clínicos entre grapas y suturas en cirugía ortopédica.²³¹ Los autores incluyeron a seis estudios pequeños y notaron importantes inconvenientes metodológicos, que incluyen en la mayoría de ellos inadecuadas definiciones de infección superficial o infección profunda. Basados en estos estudios, se encontraron riesgos significativamente más altos para desarrollar infecciones de la herida, cuando

ésta fue cerrada con grapas en vez de suturas (17/350 versus 3/333 infecciones superficiales o profundas para grapas y suturas, respectivamente). Cinco de seis estudios incluyeron pacientes que fueron sometidos a cirugía de cadera. Existió un mayor riesgo de infección con grapas en pacientes en los que se les realizó cirugía de cadera. Hasta este momento se recomiendan futuros estudios para evaluar a fondo esta controversia.

Pregunta 35: ¿El uso de una lista de verificación de seguridad quirúrgica y el «tiempo fuera» afecta la incidencia de infecciones profundas en pacientes con artroplastías?

Consenso: Concluimos que los protocolos de listas de verificación para control quirúrgico son benéficos para la seguridad del paciente y específicamente los que se aplican para regular la administración de antibióticos profilácticos.

Voto de los delegados: De acuerdo, 97%; en desacuerdo, 1%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Parece ser que las listas de verificación para control mejoran la comunicación interprofesional en el quirófano. Existen evidencias de alta calidad que respaldan el efecto benéfico de las listas de control de seguridad quirúrgica y el «tiempo fuera» para reducir la infección de sitio quirúrgico y otras complicaciones postoperatorias mayores al asegurar la administración oportuna de antibióticos profilácticos. Sin embargo, la evidencia demuestra que muchos elementos de las listas de control adaptadas no se llevan a cabo de forma adecuada. No hay evidencias sobre la influencia de la aplicación obligatoria de que una lista de verificación quirúrgica sea útil para aplicar adecuadamente las medidas basadas en evidencias para prevenir infecciones del sitio quirúrgico (ISQxI) en artroplastías totales (ATE). La evidencia actual muestra el efecto benéfico de las listas de control de seguridad obligatorias sobre las complicaciones infecciosas en procedimientos más sencillos.

Un estudio demostró que la aplicación de una lista de verificación preoperatoria interprofesional en el quirófano se asoció con la disminución en las fallas de comunicación (el número de fallas en la comunicación por procedimiento disminuyó de 3.95 a 1.31 y el número de fallos de comunicación asociados con consecuencias negativas apreciables disminuyó en 64%).²³²

Parece existir una relación entre la adopción de una lista rutinaria de verificación preoperatoria hecha por el equipo quirúrgico y la mejora en los tiempos de suministro de la profilaxis antibiótica.²³³⁻²³⁵ En un estudio prospectivo en ocho hospitales de todo el mundo (incluidos en localidades de altos y bajos ingresos), se observaron reducciones sustanciales en las complicaciones quirúrgicas y en la mortalidad durante el postoperatorio inmediato después de la implementación de las listas de verificación en el quirófano emitidas por la Organización Mundial de la Salud. La tasa de apego a la administración adecuada de antibióticos preoperatorios aumentó de 5 a 83% y la incidencia de ISQx

disminuyó significativamente de 6.2 hasta 3.4% ($p < 0.001$). La mejora en la calidad de la atención se observó incluso con un cumplimiento incompleto de la lista de control.²³⁶ En otro estudio realizado en hospitales en los Países Bajos, la aplicación de lista de control dentro del sistema de seguridad para el paciente quirúrgico, que incluye elementos pre, intra y postoperatorios, también redujo la incidencia de ISQx (de 3.8 a 2.7%, $p = 0.006$), así como también de otras complicaciones postoperatorias importantes. El cumplimiento se asoció con mejoras en la calidad de la atención.²³³

En un estudio prospectivo se observó que muchas de las medidas basadas en evidencias para la reducción de ISQx (tiempo fuera para la profilaxis con antibióticos, mantener al paciente normotérmico durante la cirugía, cateterismo apropiado del aparato urinario y de la higiene de manos) no se aplicaron adecuadamente en los procedimientos de artroplastías. La situación era aún peor en cirugías de fracturas.²³⁷ No hay evidencias sobre la influencia que ejerce una lista de verificación obligatoria en la aplicación adecuada de sus componentes. Sin embargo, hay estudios prospectivos que demuestran que la aplicación de listas de verificación obligatorios resultan en una disminución en la incidencia de infecciones del torrente sanguíneo asociadas con venoclisis central en pacientes de unidades de cuidados intensivos.^{238,239}

Bibliografía

1. Lidwell OM, Lowbury EJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D: Airborne contamination of wounds in joint replacement operations: the relationship to sepsis rates. *J Hosp Infect*. 1983; 4(2): 111-131.
2. McPherson EJ, Peters CL: Chapter 20 musculoskeletal infection. *Orthopedic Knowledge Update* 2011; 10: 239-258.
3. Whyte W, Hodgson R, Tinkler J: The importance of airborne bacterial contamination of wounds. *J Hosp Infect*. 1982; 3(2): 123-135.
4. Edmiston CE, Jr., Seabrook GR, Cambria RA, et al: Molecular epidemiology of microbial contamination in the operating room environment: Is there a risk for infection? *Surgery*. 2005; 138(4): 573-579; discussion 579-582.
5. Taylor GJ, Bannister GC, Leeming JP: Wound disinfection with ultraviolet radiation. *J Hosp Infect*. 1995; 30(2): 85-93.
6. Seal DV, Clark RP: Electronic particle counting for evaluating the quality of air in operating theatres: a potential basis for standards? *J Appl Bacteriol*. 1990; 68(3): 225-230.
7. Stocks GW, Self SD, Thompson B, Adame XA, O'Connor DP: Predicting bacterial populations based on airborne particulates: a study performed in nonlaminar flow operating rooms during joint arthroplasty surgery. *Am J Infect Control*. 2010; 38(3): 199-204.
8. Friberg B, Friberg S, Burman LG: Correlation between surface and air counts of particles carrying aerobic bacteria in operating rooms with turbulent ventilation: an experimental study. *J Hosp Infect*. 1999; 42(1): 61-68.
9. Charnley J: Postoperative infection after total hip replacement with special reference to air contamination in the operating room. *Clin Orthop Relat Res*. 1972; 87: 167-187.
10. Lidwell OM, Lowbury EJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D: Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomised study. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982; 285(6334): 10-14.
11. Breier AC, Brandt C, Sohr D, Geffers C, Gastmeier P: Laminar air-flow ceiling size: no impact on infection rates following hip and knee prosthesis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011; 32(11): 1097-1102.

12. Gastmeier P, Breier AC, Brandt C: Influence of laminar airflow on prosthetic joint infections: a systematic review. *J Hosp Infect*. 2012; 81(2): 73-78.
13. Hooper GJ, Rothwell AG, Frampton C, Wyatt MC: Does the use of laminar flow and space suits reduce early deep infection after total hip and knee replacement? the ten-year results of the New Zealand Joint Registry. *J Bone Joint Surg Br*. 2011; 93(1): 85-90.
14. Miner AL, Losina E, Katz JN, Fossel AH, Platt R: Deep infection after total knee replacement: impact of laminar airflow systems and body exhaust suits in the modern operating room. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007; 28(2): 222-226.
15. Andersson BM, Lidgren L, Schalen C, Steen A: Contamination of irrigation solutions in an operating theatre. *Infect Control*. 1984; 5(7): 339-341.
16. Brandt C, Hott U, Sohr D, Daschner F, Gastmeier P, Ruden H: Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Ann Surg*. 2008; 248(5): 695-700.
17. Ritter MA, Eitzion H, French ML, Hart JB: The operating room environment as affected by people and the surgical face mask. *Clin Orthop Relat Res*. 1975(111): 147-150.
18. Salvati EA, Robinson RP, Zeno SM, Koslin BL, Brause BD, Wilson PD Jr: Infection rates after 3175 total hip and total knee replacements performed with and without a horizontal unidirectional filtered airflow system. *J Bone Joint Surg Am*. 1982; 64(4): 525-535.
19. Taylor GJ, Bannister GC: Infection and interposition between ultra-clean air source and wound. *J Bone Joint Surg Br*. 1993; 75(3): 503-504.
20. Quraishi ZA, Blais FX, Sottile WS, Adler LM: Movement of personnel and wound contamination. *AORN J*. 1983; 38(1): 146-147, 150-146.
21. Panahi P, Stroh M, Casper DS, Parvizi J, Austin MS: Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2012; 470(10): 2690-2694.
22. Lynch RJ, Englesbe MJ, Sturm L, et al: Measurement of foot traffic in the operating room: implications for infection control. *Am J Med Qual*. 2009; 24(1): 45-52.
23. Davis N, Curry A, Gambhir AK, et al: Intraoperative bacterial contamination in operations for joint replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1999; 81(5): 886-889.
24. Hussein JR, Villar RN, Gray AJ, Farrington M: Use of light handles in the laminar flow operating theatre--is it a cause of bacterial concern? *Ann R Coll Surg Engl*. 2001; 83(5): 353-354.
25. Berg M, Bergman BR, Hoborn J: Ultraviolet radiation compared to an ultra-clean air enclosure. Comparison of air bacteria counts in operating rooms. *J Bone Joint Surg Br*. 1991; 73(5): 811-815.
26. Carlsson AS, Nilsson B, Walder MH, Osterberg K: Ultraviolet radiation and air contamination during total hip replacement. *J Hosp Infect*. 1986; 7(2): 176-184.
27. Lowell JD, Kunds RB, Schwartz CM, Pozin D: Ultraviolet radiation and reduction of deep wound infection following hip and knee arthroplasty. *Ann N Y Acad Sci*. 1980; 353: 285-293.
28. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR: Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999; 27(2): 97-132; quiz 133-134; discussion 196.
29. Moggio M, Goldner JL, McCollum DE, Beissinger SF: Wound infections in patients undergoing total hip arthroplasty. Ultraviolet light for the control of airborne bacteria. *Arch Surg*. 1979; 114(7): 815-823.
30. Ritter MA, Olberding EM, Malinzak RA: Ultraviolet lighting during orthopaedic surgery and the rate of infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89(9): 1935-1940.
31. Belkin NL: The surgical mask has its first performance standard a century after it was introduced. *Bull Am Coll Surg*. 2009; 94(12): 22-25.
32. Lipp A, Edwards P: Disposable surgical face masks: a systematic review. *Can Oper Room Nurs J*. 2005; 23(3): 20-21, 24-25, 33-28.
33. Romney MG: Surgical face masks in the operating theatre: re-examining the evidence. *J Hosp Infect*. 2001; 47(4): 251-256.
34. Selden E: Is routine use of a face mask necessary in the operating room? *Anesthesiology*. 2010; 113(6): 1447.
35. Webster J, Croger S, Lister C, Doidge M, Terry MJ, Jones I: Use of face masks by non-scrubbed operating room staff: a randomized controlled trial. *ANZ J Surg*. 2010; 80(3): 169-173.
36. Berger SA, Kramer M, Nagar H, Finkelstein A, Frimmerman A, Miller HI: Effect of surgical mask position on bacterial contamination of the operative field. *J Hosp Infect*. 1993; 23(1): 51-54.
37. Chamberlain GV, Houang E: Trial of the use of masks in the gynaecological operating theatre. *Ann R Coll Surg Engl*. 1984; 66(6): 432-433.
38. Laslett LJ, Sabin A: Wearing of caps and masks not necessary during cardiac catheterization. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1989; 17(3): 158-160.
39. Mitchell NJ, Hunt S: Surgical face masks in modern operating rooms--a costly and unnecessary ritual? *J Hosp Infect*. 1991; 18(3): 239-242.
40. Orr NW, Bailey S: Masks in surgery. *J Hosp Infect*. 1992; 20(1): 57.
41. Tunell TG: Postoperative wound infections and surgical face masks: a controlled study. *World J Surg*. 1991; 15(3): 383-387; discussion 387-388.
42. Tunell TG, Jorbeck H: Influence of wearing masks on the density of airborne bacteria in the vicinity of the surgical wound. *Eur J Surg*. 1992; 158(5): 263-266.
43. Brady RR, Chitnis S, Stewart RW, Graham C, Yalamarthi S, Morris K: NHS connecting for health: healthcare professionals, mobile technology, and infection control. *Telemed J E Health*. 2012; 18(4): 289-291.
44. Jeske HC, Tiefenthaler W, Hohlfrieder M, Hinterberger G, Benzer A: Bacterial contamination of anaesthetists' hands by personal mobile phone and fixed phone use in the operating theatre. *Anaesthesia*. 2007; 62(9): 904-906.
45. Lee YJ, Yoo CG, Lee CT, et al: Contamination rates between smart cell phones and non-smart cell phones of healthcare workers. *J Hosp Med*. 2013; 8(3): 144-147.
46. Sadat-Ali M, Al-Omran AK, Azam Q, et al: Bacterial flora on cell phones of health care providers in a teaching institution. *Am J Infect Control*. 2010; 38(5): 404-405.
47. Singh A, Purohit B: Mobile phones in hospital settings: a serious threat to infection. *Occup Health Saf*. 2012; 81(3): 42-44.
48. Ulger F, Esen S, Dilek A, Yanik K, Gunaydin M, Leblebicioglu H: Are we aware how contaminated our mobile phones with nosocomial pathogens? *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2009; 8: 7.
49. Ustun C, Cihangiroglu M: Health care workers' mobile phones: a potential cause of microbial cross-contamination between hospitals and community. *J Occup Environ Hyg*. 2012; 9(9): 538-542.
50. Singh D, Kaur H, Gardner WG, Treen LB: Bacterial contamination of hospital pagers. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002; 23(5): 274-276.
51. Hassoun A, Vellozzi EM, Smith MA: Colonization of personal digital assistants carried by healthcare professionals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2004; 25(11): 1000-1001.
52. Carroll K, Dowsey M, Choong P, Peel T: Risk factors for superficial wound complications in hip and knee arthroplasty. *Clin Microbiol Infect*. 2013. doi: 10.1111/1469-0691.12209 [Epub ahead of print].
53. Cordero-Ampuero J, de Dios M: What are the risk factors for infection in hemiarthroplastics and total hip arthroplasties? *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468(12): 3268-3277.
54. Huotari K, Agthe N, Lyytikainen O: Validation of surgical site infection surveillance in orthopedic procedures. *Am J Infect Control*. 2007; 35(4): 216-221.
55. Masgala A, Chronopoulos E, Nikolopoulos G, et al: Risk factors affecting the incidence of infection after orthopaedic surgery: the role of chemoprophylaxis. *Cent Eur J Public Health*. 2012; 20(4): 252-256.
56. Namba RS, Inacio MC, Paxton EW: Risk factors associated with deep surgical site infections after primary total knee arthroplasty: an analysis of 56,216 knees. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95(9): 775-782.
57. Pedersen AB, Svendsson JE, Johnsen SP, Riis A, Overgaard S: Risk factors for revision due to infection after primary total hip arthroplasty. A population-based study of 80,756 primary procedures in the Danish Hip Arthroplasty Registry. *Acta Orthop*. 2010; 81(5): 542-547.
58. Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson MG, Richart T: Prolonged operative time correlates with increased infection rate after total knee arthroplasty. *HSS J*. 2006; 2(1): 70-72.

59. Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J: Periprosthetic joint infection: the incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466(7): 1710-1715.
60. Ridgeway S, Wilson J, Charlet A, Kafatos G, Pearson A, Coello R: Infection of the surgical site after arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(6): 844-850.
61. Skramm I, Saltyte Benth J, Bukholm G: Decreasing time trend in SSI incidence for orthopaedic procedures: surveillance matters! *J Hosp Infect.* 2012; 82(4): 243-247.
62. Smabrekke A, Espehaug B, Havelin LI, Furnes O: Operating time and survival of primary total hip replacements: an analysis of 31,745 primary cemented and uncemented total hip replacements from local hospitals reported to the Norwegian Arthroplasty Register 1987-2001. *Acta Orthop Scand.* 2004; 75(5): 524-532.
63. Urquhart DM, Hanna FS, Brennan SL, et al: Incidence and risk factors for deep surgical site infection after primary total hip arthroplasty: a systematic review. *J Arthroplasty.* 2010; 25(8): 1216-1222 e1211-1213.
64. van Kasteren ME, Mannen J, Ott A, Kullberg BJ, de Boer AS, Gysens IC: Antibiotic prophylaxis and the risk of surgical site infections following total hip arthroplasty: timely administration is the most important factor. *Clin Infect Dis.* 2007; 44(7): 921-927.
65. Willis-Owen CA, Konyves A, Martin DK: Factors affecting the incidence of infection in hip and knee replacement: an analysis of 5277 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 2010; 92(8): 1128-1133.
66. Culver DH, Horan TC, Gaynes RP, et al: Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Am J Med.* 1991; 91(3B): 152S-157S.
67. Wymenga AB, van Horn JR, Theeuwes A, Muytjens HL, Slooff TJ: Perioperative factors associated with septic arthritis after arthroplasty. Prospective multicenter study of 362 knee and 2,651 hip operations. *Acta Orthop Scand.* 1992; 63(6): 665-671.
68. de Boer AS, Geubbels EL, Wille J, Mintjes-de Groot AJ: Risk assessment for surgical site infections following total hip and total knee prostheses. *J Chemother.* 2001; 13 Spec No 1(1): 42-47.
69. Jaffer AK, Barsoum WK, Krebs V, Hurbanek JG, Morra N, Brotman DJ: Duration of anesthesia and venous thromboembolism after hip and knee arthroplasty. *Mayo Clin Proc.* 2005; 80(6): 732-738.
70. Strum DP, Sampson AR, May JH, Vargas LG: Surgeon and type of anesthesia predict variability in surgical procedure times. *Anesthesiology.* 2000; 92(5): 1454-1466.
71. Kramer A, Schwebke I, Kampf G: How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis.* 2006; 6: 130.
72. Abolghasemian M, Sternheim A, Shakib A, Safir OA, Backstein D: Is arthroplasty immediately after an infected case a risk factor for infection? *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471(7): 2253-2258.
73. Namdari S, Voleti PB, Baldwin KD, Lee GC: Primary total joint arthroplasty performed in operating rooms following cases of known infection. *Orthopedics.* 2011; 34(9): e541-545.
74. Kurz A, Sessler DI, Lenhard R: Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med.* 1996; 334(19): 1209-1215.
75. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ: Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2001; 358(9285): 876-880.
76. McGovern PD, Albrecht M, Belani KG, et al: Forced-air warming and ultra-clean ventilation do not mix: an investigation of theatre ventilation, patient warming and joint replacement infection in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Br.* 2011; 93(11): 1537-1544.
77. Legg AJ, Cannon T, Hamer AJ: Do forced air patient-warming devices disrupt unidirectional downward airflow? *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(2): 254-256.
78. Sessler DI, Olmsted RN, Kuepplmann R: Forced-air warming does not worsen air quality in laminar flow operating rooms. *Anesth Analg.* 2011; 113(6): 1416-1421.
79. Memarzadeh F: Active warming systems to maintain perioperative normothermia in hip replacement surgery. *J Hosp Infect.* 2010; 75(4): 332-333.
80. Moretti B, Larocca AM, Napoli C, et al: Active warming systems to maintain perioperative normothermia in hip replacement surgery: a therapeutic aid or a vector of infection? *J Hosp Infect.* 2009; 73(1): 58-63.
81. Tumia N, Ashcroft GP: Convection warmers: a possible source of contamination in laminar airflow operating theatres? *J Hosp Infect.* 2002; 52(3): 171-174.
82. Sharp RJ, Chesworth T, Fern ED: Do warming blankets increase bacterial counts in the operating field in a laminar-flow theatre? *J Bone Joint Surg Br.* 2002; 84(4): 486-488.
83. Zink RS, Iaizzo PA: Convective warming therapy does not increase the risk of wound contamination in the operating room. *Anesth Analg.* 1993; 76(1): 50-53.
84. Albrecht M, Gauthier RL, Belani K, Litchy M, Leaper D: Forced-air warming blowers: An evaluation of filtration adequacy and airborne contamination emissions in the operating room. *Am J Infect Control.* 2011; 39(4): 321-328.
85. World Health Organization. Clean care is safer care [Accessed July 30, 2013]. Available in: <http://who.int/gpsc/5may/background/5moments/en>
86. Pittet D, Allegranzi B, Sax H, et al: Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices. *Lancet Infect Dis.* 2006; 6(10): 641-652.
87. Chou DT, Achan P, Ramachandran M: The World Health Organization '5 moments of hand hygiene': the scientific foundation. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(4): 441-445.
88. Larson EL, Hughes CA, Pyrek JD, Sparks SM, Cagatay EU, Bartkus JM: Changes in bacterial flora associated with skin damage on hands of health care personnel. *Am J Infect Control.* 1998; 26(5): 513-521.
89. Noble WC: Dispersal of skin microorganisms. *Br J Dermatol.* 1975; 93(4): 477-485.
90. Bonten MJ, Hayden MK, Nathan C, et al: Epidemiology of colonisation of patients and environment with vancomycin-resistant enterococci. *Lancet.* 1996; 348(9042): 1615-1619.
91. Boyce JM, Potter-Bynoe G, Chenevert C, King T: Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: possible infection control implications. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1997; 18(9): 622-627.
92. Hayden MK, Blom DW, Lyle EA, Moore CG, Weinstein RA: Risk of hand or glove contamination after contact with patients colonized with vancomycin-resistant enterococcus or the colonized patients' environment. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008; 29(2): 149-154.
93. Bhalla A, Pultz NJ, Gries DM, et al: Acquisition of nosocomial pathogens on hands after contact with environmental surfaces near hospitalized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2004; 25(2): 164-167.
94. Boyce JM, Opal SM, Chow JW, et al: Outbreak of multidrug-resistant *Enterococcus faecium* with transferable vanB class vancomycin resistance. *J Clin Microbiol.* 1994; 32(5): 1148-1153.
95. McFarland LV, Mulligan ME, Kwok RY, Stamm WE: Nosocomial acquisition of *Clostridium difficile* infection. *N Engl J Med.* 1989; 320(4): 204-210.
96. Hilburn J, Hammond BS, Fendler EJ, Groziak PA: Use of alcohol hand sanitizer as an infection control strategy in an acute care facility. *Am J Infect Control.* 2003; 31(2): 109-116.
97. Centers for Disease Control and Prevention: 2007 Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings [Accessed July 30, 2013]. Available in: http://www.cdc.gov/hicpac/2007ip/2007ip_table4.html
98. Lucet JC, Rigaud MP, Mentre F, et al: Hand contamination before and after different hand hygiene techniques: a randomized clinical trial. *J Hosp Infect.* 2002; 50(4): 276-280.
99. McBryde ES, Bradley LC, Whitby M, McElwain DL: An investigation of contact transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect.* 2004; 58(2): 104-108.
100. Carter AH, Casper DS, Parvizi J, Austin MS: A prospective analysis of glove perforation in primary and revision total hip and total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012; 27(7): 1271-1275.
101. Demircay E, Unay K, Bilgili MG, Alataca G: Glove perforation in hip and knee arthroplasty. *J Orthop Sci.* 2010; 15(6): 790-794.

102. Hester RA, Nelson CL, Harrison S: Control of contamination of the operative team in total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1992; 7(3): 267-269.
103. Sebold EJ, Jordan LR: Intraoperative glove perforation. A comparative analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1993(297): 242-244.
104. Sutton PM, Greene T, Howell FR: The protective effect of a cut-resistant glove liner. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*. 1998; 80(3): 411-413.
105. Al-Maiyah M, Bajwa A, Mackenney P, et al: Glove perforation and contamination in primary total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2005; 87(4): 556-559.
106. Kaya I, Ugras A, Sungur I, Yilmaz M, Korkmaz M, Cetinus E: Glove perforation time and frequency in total hip arthroplasty procedures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2012; 46(1): 57-60.
107. Dawson-Bowling S, Smith J, Butt D, Cottam H, Umasankar S, Armitage A: Should outer surgical gloves be changed intraoperatively before orthopaedic prosthesis implantation? *J Hosp Infect*. 2011; 78(2): 156-157.
108. Beldame J, Lagrave B, Lievain L, Lefebvre B, Frebourg N, Dujardin F: Surgical glove bacterial contamination and perforation during total hip arthroplasty implantation: when gloves should be changed. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012; 98(4): 432-440.
109. Dalstrom DJ, Venkatarayappa I, Manternach AL, Palcic MS, Heyse BA, Prayson MJ: Time-dependent contamination of opened sterile operating-room trays. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90(5): 1022-1025.
110. Brown AR, Taylor GJ, Gregg PJ: Air contamination during skin preparation and draping in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 1996; 78(1): 92-94.
111. Chosky SA, Modha D, Taylor GJ: Optimization of ultraclean air. The role of instrument preparation. *J Bone Joint Surg Br*. 1996; 78(5): 835-837.
112. Association Of Perioperative Registered Nurses: Recommended practices for maintaining a sterile field. *AORN J*. 2006; 83(2): 402-404, 407-410, 413-406.
113. Fairclough JA, Mackie IG, Mintowt-Czyz W, Phillips GE: The contaminated skin-knife. A surgical myth. *J Bone Joint Surg Br*. 1983; 65(2): 210.
114. Grabe N, Falstie-Jensen S, Fredberg U, Schroder H, Sorensen I: The contaminated skin-knife--fact or fiction. *J Hosp Infect*. 1985; 6(3): 252-256.
115. Ritter MA, French ML, Eitzen HE: Bacterial contamination of the surgical knife. *Clin Orthop Relat Res*. 1975(108): 158-160.
116. Schindler OS, Spencer RF, Smith MD: Should we use a separate knife for the skin? *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88(3): 382-385.
117. Givissis P, Karataglis D, Antonarakos P, Symeonidis PD, Christodoulou A: Suction during orthopaedic surgery. How safe is the suction tip? *Acta Orthop Belg*. 2008; 74(4): 531-533.
118. Greenough CG: An investigation into contamination of operative suction. *J Bone Joint Surg Br*. 1986; 68(1): 151-153.
119. Insull PJ, Hudson J: Suction tip: a potential source of infection in clean orthopaedic procedures. *ANZ J Surg*. 2012; 82(3): 185-186.
120. Meals RA, Knoke L: The surgical suction top--a contaminated instrument. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(3): 409-410.
121. Mulcahy DM, McCormack D, McElwain JP: Intraoperative suction catheter tip contamination. *JR Coll Surg Edinb*. 1994; 39(6): 371-373.
122. Robinson AH, Drew S, Anderson J, Bentley G, Ridgway GL: Suction tip contamination in the ultraclean-air operating theatre. *Ann R Coll Surg Engl*. 1993; 75(4): 254-256.
123. Strange-Vognsen HH, Klareskov B: Bacteriologic contamination of suction tips during hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand*. 1988; 59(4): 410-411.
124. Baird RA, Nickel FR, Thrupp LD, Rucker S, Hawkins B: Splash basin contamination in orthopaedic surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1984(187): 129-133.
125. Anto B, McCabe J, Kelly S, Morris S, Rynn L, Corbett-Feeney G: Splash basin bacterial contamination during elective arthroplasty. *J Infect*. 2006; 52(3): 231-232.
126. Glait SA, Schwarzkopf R, Gould S, Bosco J, Slover J: Is repetitive intraoperative splash basin use a source of bacterial contamination in total joint replacement? *Orthopedics*. 2011; 34(9): e546-549.
127. Mont MA, Johnson AJ, Issa K, et al: Single-use instrumentation, cutting blocks, and trials decrease contamination during total knee arthroplasty: a prospective comparison of navigated and nonnavigated cases. *J Knee Surg*. 2013; 26(4): 285-290.
128. Barrack RL, Ruh EL, Williams BM, Ford AD, Foreman K, Nunley RM: Patient specific cutting blocks are currently of no proven value. *J Bone Joint Surg Br*. 2012; 94(11 Suppl A): 95-99.
129. Gilliam DL, Nelson CL: Comparison of a one-step iodophor skin preparation versus traditional preparation in total joint surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1990(250): 258-260.
130. Jacobson C, Osmon DR, Hanssen A, et al: Prevention of wound contamination using DuraPrep solution plus Ioban 2 drapes. *Clin Orthop Relat Res*. 2005; 439: 32-37.
131. Johnston DH, Fairclough JA, Brown EM, Morris R: Rate of bacterial recolonization of the skin after preparation: four methods compared. *Br J Surg*. 1987; 74(1): 64.
132. Kuhme T, Isaksson B, Dahlin LG: Wound contamination in cardiac surgery. A systematic quantitative and qualitative study of the bacterial growth in sternal wounds in cardiac surgery patients. *APMIS*. 2007; 115(9): 1001-1007.
133. Lewis DA, Leaper DJ, Speller DC: Prevention of bacterial colonization of wounds at operation: comparison of iodine-impregnated ('Ioban') drapes with conventional methods. *J Hosp Infect*. 1984; 5(4): 431-437.
134. Bady S, Wongworawat MD: Effectiveness of antimicrobial incise drapes versus cyanoacrylate barrier preparations for surgical sites. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467(7): 1674-1677.
135. Falk-Brynhildsen K, Friberg O, Soderquist B, Nilsson UG: Bacterial colonization of the skin following aseptic preoperative preparation and impact of the use of plastic adhesive drapes. *Biol Res Nurs*. 2013; 15(2): 242-248.
136. French ML, Eitzen HE, Ritter MA: The plastic surgical adhesive drape: an evaluation of its efficacy as a microbial barrier. *Ann Surg*. 1976; 184(1): 46-50.
137. Chiu KY, Lau SK, Fung B, Ng KH, Chow SP: Plastic adhesive drapes and wound infection after hip fracture surgery. *Aust N Z J Surg*. 1993; 63(10): 798-801.
138. Dewan PA, Van Rij AM, Robinson RG, Skeggs GB, Fergus M: The use of an iodophor-impregnated plastic incise drape in abdominal surgery-a controlled clinical trial. *Aust N Z J Surg*. 1987; 57(11): 859-863.
139. Fairclough JA, Johnson D, Mackie I: The prevention of wound contamination by skin organisms by the pre-operative application of an iodophor-impregnated plastic adhesive drape. *J Int Med Res*. 1986; 14(2): 105-109.
140. Webster J, Alghamdi A: Use of plastic adhesive drapes during surgery for preventing surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; 1: CD006353.
141. Grove GL, Eyberg CI: Comparison of two preoperative skin antiseptic preparations and resultant surgical incise drape adhesion to skin in healthy volunteers. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(13): 1187-1192.
142. Alexander JW, Aerni S, Plettner JP: Development of a safe and effective one-minute preoperative skin preparation. *Arch Surg*. 1985; 120(12): 1357-1361.
143. Erdmann S, Hertl M, Merk HF: Allergic contact dermatitis from povidone-iodine. *Contact Dermatitis*. 1999; 40(6): 331-332.
144. Zokaei S, White IR, McFadden JD: Allergic contact dermatitis caused by iodophor-impregnated surgical incise drape. *Contact Dermatitis*. 2011; 65(5): 309.
145. Gheorghe A, Calvert M, Pinkney TD, et al: Systematic review of the clinical effectiveness of wound-edge protection devices in reducing surgical site infection in patients undergoing open abdominal surgery. *Ann Surg*. 2012; 255(6): 1017-1029.
146. Edwards JP, Ho AL, Tee MC, Dixon E, Ball CG: Wound protectors reduce surgical site infection: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Surg*. 2012; 256(1): 53-59.
147. Mihaljevic AL, Michalski CW, Erkan M, et al: Standard abdominal wound edge protection with surgical dressings vs coverage with a sterile circular polyethylene drape for prevention of surgical site infections (BaFO): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2012; 13: 57.

148. Pinkney TD, Bartlett DC, Hawkins W, et al: Reduction of surgical site infection using a novel intervention (ROSSINI): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2011; 12: 217.
149. Blom AW, Gozzard C, Heal J, Bowker K, Estela CM: Bacterial strike-through of re-usable surgical drapes: the effect of different wetting agents. *J Hosp Infect*. 2002; 52(1): 52-55.
150. Laufman H, Siegal JD, Edberg SC: Moist bacterial strike-through of surgical materials: confirmatory tests. *Ann Surg*. 1979; 189(1): 68-74.
151. Blom A, Estela C, Bowker K, MacGowan A, Hardy JR: The passage of bacteria through surgical drapes. *Ann R Coll Surg Engl*. 2000; 82(6): 405-407.
152. Ha'eri GB, Wiley AM: Wound contamination through drapes and gowns: a study using tracer particles. *Clin Orthop Relat Res*. 1981(154): 181-184.
153. Mackintosh CA, Lidwell OM: The evaluation of fabrics in relation to their use as protective garments in nursing and surgery. III. Wet penetration and contact transfer of particles through clothing. *J Hyg (Lond)*. 1980; 85(3): 393-403.
154. Blom AW, Barnett A, Ajitsaria P, Noel A, Estela CM: Resistance of disposable drapes to bacterial penetration. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007; 15(3): 267-269.
155. Bellchambers J, Harris JM, Cullinan P, Gaya H, Pepper JR: A prospective study of wound infection in coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999; 15(1): 45-50.
156. Garibaldi RA, Maglio S, Lerer T, Becker D, Lyons R: Comparison of nonwoven and woven gown and drape fabric to prevent intraoperative wound contamination and postoperative infection. *Am J Surg*. 1986; 152(5): 505-509.
157. Anglen JO, Gainor BJ, Simpson WA, Christensen G: The use of detergent irrigation for musculoskeletal wounds. *Int Orthop*. 2003; 27(1): 40-46.
158. Niki Y, Matsumoto H, Otani T, Tomatsu T, Toyama Y: How much sterile saline should be used for efficient lavage during total knee arthroplasty? Effects of pulse lavage irrigation on removal of bone and cement debris. *J Arthroplasty*. 2007; 22(1): 95-99.
159. Bhandari M, Schemitsch EH, Adili A, Lachowski RJ, Shaughnessy SG: High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: an *in vitro* study of bacterial adherence and bone damage. *J Orthop Trauma*. 1999; 13(8): 526-533.
160. Brown LL, Shelton HT, Bornside GH, Cohn I Jr: Evaluation of wound irrigation by pulsatile jet and conventional methods. *Ann Surg*. 1978; 187(2): 170-173.
161. Gross A, Cutright DE, Bhaskar SN: Effectiveness of pulsating water jet lavage in treatment of contaminated crushed wounds. *Am J Surg*. 1972; 124(3): 373-377.
162. Kalteis T, Lehn N, Schroder HJ, et al: Contaminant seeding in bone by different irrigation methods: an experimental study. *J Orthop Trauma*. 2005; 19(9): 591-596.
163. Moussa FW, Gainor BJ, Anglen JO, Christensen G, Simpson WA: Disinfecting agents for removing adherent bacteria from orthopaedic hardware. *Clin Orthop Relat Res*. 1996(329): 255-262.
164. Rodeheaver GT, Pettry D, Thacker JG, Edgerton MT, Edlich RF: Wound cleansing by high pressure irrigation. *Surg Gynecol Obstet*. 1975; 141(3): 357-362.
165. Bratzler DW, Delling EP, Olsen KM, et al: Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm*. 2013; 70(3): 195-283.
166. Cervantes-Sanchez CR, Gutierrez-Vega R, Vazquez-Carpizo JA, Clark P, Athie-Gutierrez C: Syringe pressure irrigation of subdermic tissue after appendectomy to decrease the incidence of postoperative wound infection. *World J Surg*. 2000; 24(1): 38-41; discussion 41-32.
167. Eklund AE, Tunevall TG: Prevention of postoperative wound infection after appendectomy by local application of tinidazole: a double-blind study. *World J Surg*. 1987; 11(2): 263-266.
168. Hassinger SM, Harding G, Wongworawat MD: High-pressure pulsatile lavage propagates bacteria into soft tissue. *Clin Orthop Relat Res*. 2005; 439: 27-31.
169. Ackland DC, Yap V, Ackland ML, Williams JF, Hardidge A, de Steiger R: Pulse-lavage brushing followed by hydrogen peroxide-gauze packing for bone-bed preparation in cemented total hip arthroplasty: a bovine model. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2009; 17(3): 296-300.
170. Clarius M, Seeger JB, Jaeger S, Mohr G, Bitsch RG: The importance of pulsed lavage on interface temperature and ligament tension force in cemented unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012; 27(4): 372-376.
171. Kalteis T, Pforringer D, Herold T, Handel M, Renkawitz T, Plitz W: An experimental comparison of different devices for pulsatile high-pressure lavage and their relevance to cement intrusion into cancellous bone. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007; 127(10): 873-877.
172. Maistrelli GL, Antonelli L, Fornasier V, Mahomed N: Cement penetration with pulsed lavage versus syringe irrigation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1995(312): 261-265.
173. Miskovsky C, Whiteside LA, White SE: The cemented unicondylar knee arthroplasty. An *in vitro* comparison of three cement techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 1992(284): 215-220.
174. Seeger JB, Jaeger S, Bitsch RG, Mohr G, Rohner E, Clarius M: The effect of bone lavage on femoral cement penetration and interface temperature during Oxford unicompartmental knee arthroplasty with cement. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95(1): 48-53.
175. Clarius M, Hauck C, Seeger JB, James A, Murray DW, Aldinger PR: Pulsed lavage reduces the incidence of radiolucent lines under the tibial tray of Oxford unicompartmental knee arthroplasty: pulsated lavage versus syringe lavage. *Int Orthop*. 2009; 33(6): 1585-1590.
176. Polzin B, Ellis T, Dirschl DR: Effects of varying pulsatile lavage pressure on cancellous bone structure and fracture healing. *J Orthop Trauma*. 2006; 20(4): 261-266.
177. Dirschl DR, Duff GP, Dahmers LE, Edin M, Rahn BA, Miclau T: High pressure pulsatile lavage irrigation of intraarticular fractures: effects on fracture healing. *J Orthop Trauma*. 1998; 12(7): 460-463.
178. Draeger RW, Dahmers LE: Traumatic wound debridement: a comparison of irrigation methods. *J Orthop Trauma*. 2006; 20(2): 83-88.
179. Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ: High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: an *in vitro* study. *J Orthop Trauma*. 1998; 12(7): 479-484.
180. Svoboda SJ, Bice TG, Gooden HA, Brooks DE, Thomas DB, Wenke JC: Comparison of bulb syringe and pulsated lavage irrigation with use of a bioluminescent musculoskeletal wound model. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88(10): 2167-2174.
181. Hargrove R, Ridgeway S, Russell R, Norris M, Packham I, Levy B: Does pulse lavage reduce hip hemiarthroplasty infection rates? *J Hosp Infect*. 2006; 62(4): 446-449.
182. Munoz-Mahamud E, Garcia S, Bori G, et al: Comparison of a low-pressure and a high-pressure pulsatile lavage during debridement for orthopaedic implant infection. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011; 131(9): 1233-1238.
183. Howell JM, Dhindsa HS, Stair TO, Edwards BA: Effect of scrubbing and irrigation on staphylococcal and streptococcal counts in contaminated lacerations. *Antimicrob Agents Chemother*. 1993; 37(12): 2754-2755.
184. 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(4): 693-701.
185. Farnell MB, Worthington-Self S, Mucha P Jr, Ilstrup DM, McIlrath DC: Closure of abdominal incisions with subcutaneous catheters. A prospective randomized trial. *Arch Surg*. 1986; 121(6): 641-648.
186. Greig J, Morran C, Gunn R, Mason B, Sleigh D, McArdle C: Wound sepsis after colorectal surgery: the effect of cefotetan lavage. *Chemioterapia*. 1987; 6(2 Suppl): 595-596.
187. Rambo WM: Irrigation of the peritoneal cavity with cephalothin. *Am J Surg*. 1972; 123(2): 192-195.
188. Schein M, Gecelter G, Freinkel W, Gerding H, Becker PJ: Peritoneal lavage in abdominal sepsis. A controlled clinical study. *Arch Surg*. 1990; 125(9): 1132-1135.
189. Sherman JO, Luck SR, Borger JA: Irrigation of the peritoneal cavity for appendicitis in children: a double-blind study. *J Pediatr Surg*. 1976; 11(3): 371-374.
190. Conroy BP, Anglen JO, Simpson WA, et al: Comparison of castile soap, benzalkonium chloride, and bacitracin as irrigation solutions for complex contaminated orthopaedic wounds. *J Orthop Trauma*. 1999; 13(5): 332-337.

191. Anglen J, Apostoles PS, Christensen G, Gainor B, Lane J: Removal of surface bacteria by irrigation. *J Orthop Res.* 1996; 14(2): 251-254.
192. Anglen JO, Apostoles S, Christensen G, Gainor B: The efficacy of various irrigation solutions in removing slime-producing *Staphylococcus*. *J Orthop Trauma.* 1994; 8(5): 390-396.
193. Anglen JO: Comparison of soap and antibiotic solutions for irrigation of lower-limb open fracture wounds. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87(7): 1415-1422.
194. Sindelar WF, Mason GR: Irrigation of subcutaneous tissue with povidone-iodine solution for prevention of surgical wound infections. *Surg Gynecol Obstet.* 1979; 148(2): 227-231.
195. Brown NM, Cipriano CA, Moric M, Sporer SM, Della Valle CJ: Dilute betadine lavage before closure for the prevention of acute postoperative deep periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty.* 2012; 27(1): 27-30.
196. Cheng MT, Chang MC, Wang ST, Yu WK, Liu CL, Chen TH: Efficacy of dilute betadine solution irrigation in the prevention of postoperative infection of spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005; 30(15): 1689-1693.
197. Chundamala J, Wright JG: The efficacy and risks of using povidone-iodine irrigation to prevent surgical site infection: an evidence-based review. *Can J Surg.* 2007; 50(6): 473-481.
198. Kataoka M, Tsumura H, Kaku N, Torisu T: Toxic effects of povidone-iodine on synovial cell and articular cartilage. *Clin Rheumatol.* 2006; 25(5): 632-638.
199. Schaumburger J, Beckmann J, Springorum HR, et al: Toxicity of antiseptics on chondrocytes *in vitro*. *Z Orthop Unfall.* 2010; 148(1): 39-43.
200. Kaysinger KK, Nicholson NC, Ramp WK, Kellam JF: Toxic effects of wound irrigation solutions on cultured tibiae and osteoblasts. *J Orthop Trauma.* 1995; 9(4): 303-311.
201. Goldenheim PD: An appraisal of povidone-iodine and wound healing. *Postgrad Med J.* 1993; 69 Suppl 3: S97-105.
202. Berkelman RL, Lewin S, Allen JR, et al: Seudobacteremia attributed to contamination of povidone-iodine with *Pseudomonas cepacia*. *Ann Intern Med.* 1981; 95(1): 32-36.
203. Panlilio AL, Beck-Sague CM, Siegel JD, et al: Infections and seudoinfections due to povidone-iodine solution contaminated with *Pseudomonas cepacia*. *Clin Infect Dis.* 1992; 14(5): 1078-1083.
204. Howells RJ, Salmon JM, McCullough KG: The effect of irrigating solutions on the strength of the cement-bone interface. *Aust N Z J Surg.* 1992; 62(3): 215-218.
205. Dimick JB, Lipsett PA, Kostuik JP: Spine update: antimicrobial prophylaxis in spine surgery: basic principles and recent advances. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25(19): 2544-2548.
206. Lipsky BA, Hoey C: Topical antimicrobial therapy for treating chronic wounds. *Clin Infect Dis.* 2009; 49(10): 1541-1549.
207. Antevil JL, Muldoon MP, Battaglia M, Green R: Intraoperative anaphylactic shock associated with bacitracin irrigation during revision total knee arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85-A(2): 339-342.
208. Dirschl DR, Wilson FC: Topical antibiotic irrigation in the prophylaxis of operative wound infections in orthopedic surgery. *Orthop Clin North Am.* 1991; 22(3): 419-426.
209. Gelman ML, Frazier CH, Chandler HP: Acute renal failure after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1979; 61(5): 657-660.
210. Savitz SI, Savitz MH, Goldstein HB, Mouracade CT, Malangone S: Topical irrigation with polymyxin and bacitracin for spinal surgery. *Surg Neurol.* 1998; 50(3): 208-212.
211. Petty W, Spanier S, Shuster JJ: Prevention of infection after total joint replacement. Experiments with a canine model. *J Bone Joint Surg Am.* 1988; 70(4): 536-539.
212. Everts PA, Devilee RJ, Brown Mahoney C, et al: Platelet gel and fibrin sealant reduce allogeneic blood transfusions in total knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006; 50(5): 593-599.
213. Levy O, Martinowitz U, Oran A, Tauber C, Horoszowski H: The use of fibrin tissue adhesive to reduce blood loss and the need for blood transfusion after total knee arthroplasty. A prospective, randomized, multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81(11): 1580-1588.
214. Wang GJ, Hungerford DS, Savory CG, et al: Use of fibrin sealant to reduce bloody drainage and hemoglobin loss after total knee arthroplasty: a brief note on a randomized prospective trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83-A(10): 1503-1505.
215. Wang GJ, Goldthwaite CA Jr, Burks S, Crawford R, Spotnitz WD: Fibrin sealant reduces perioperative blood loss in total hip replacement. *J Long Term Eff Med Implants.* 2003; 13(5): 399-411.
216. Lassen MR, Solgaard S, Kjersgaard AG, et al: A pilot study of the effects of Vivostat patient-derived fibrin sealant in reducing blood loss in primary hip arthroplasty. *Clin Appl Thromb Hemost.* 2006; 12(3): 352-357.
217. Mawatari M, Higo T, Tsutsumi Y, Shigematsu M, Hotokebuchi T: Effectiveness of autologous fibrin tissue adhesive in reducing postoperative blood loss during total hip arthroplasty: a prospective randomized study of 100 cases. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2006; 14(2): 117-121.
218. Molloy DO, Archbold HA, Ogonda L, McConway J, Wilson RK, Beverland DE: Comparison of topical fibrin spray and tranexamic acid on blood loss after total knee replacement: a prospective, randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2007; 89(3): 306-309.
219. Carless PA, Henry DA, Anthony DM: Fibrin sealant use for minimizing peri-operative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; (2): CD004171.
220. Berghoff WJ, Pietrzak WS, Rhodes RD: Platelet-rich plasma application during closure following total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2006; 29(7): 590-598.
221. Gardner MJ, Demetrikopoulos D, Klepchick PR, Mooar PA: The efficacy of autologous platelet gel in pain control and blood loss in total knee arthroplasty. An analysis of the haemoglobin, narcotic requirement and range of motion. *Int Orthop.* 2007; 31(3): 309-313.
222. Everts PA, Devilee RJ, Oosterbos CJ, et al: Autologous platelet gel and fibrin sealant enhance the efficacy of total knee arthroplasty: improved range of motion, decreased length of stay and a reduced incidence of arthrophibrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007; 15(7): 888-894.
223. Carson JL, Altman DG, Duff A, et al: Risk of bacterial infection associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. *Transfusion.* 1999; 39(7): 694-700.
224. Lemos MJ, Healy WL: Blood transfusion in orthopaedic operations. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78(8): 1260-1270.
225. Rosenthal N, Kerkkamp HE, Macheras G, et al: Orthopedic Surgery Transfusion Hemoglobin European Overview (OSTHEO) study: blood management in elective knee and hip arthroplasty in Europe. *Transfusion.* 2003; 43(4): 459-469.
226. Taylor RW, Manganaro L, O'Brien J, Trottier SJ, Parkar N, Veremakis C: Impact of allogenic packed red blood cell transfusion on nosocomial infection rates in the critically ill patient. *Crit Care Med.* 2002; 30(10): 2249-2254.
227. Eggers MD, Fang L, Lionberger DR: A comparison of wound closure techniques for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011; 26(8): 1251-1258 e1251-1254.
228. Khan RJ, Fick D, Yao F, et al: A comparison of three methods of wound closure following arthroplasty: a prospective, randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(2): 238-242.
229. Livesey C, Wylde V, Descamps S, et al: Skin closure after total hip replacement: a randomized controlled trial of skin adhesive versus surgical staples. *J Bone Joint Surg Br.* 2009; 91(6): 725-729.
230. Coulthard P, Esposito M, Worthington HV, van der Elst M, van Waes OJ, Darcey J: Tissue adhesives for closure of surgical incisions. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010(5): CD004287.
231. Smith TO, Sexton D, Mann C, Donell S: Sutures versus staples for skin closure in orthopaedic surgery: meta-analysis. *BMJ.* 2010; 340: c1199.
232. Lingard L, Regehr G, Orser B, et al: Evaluation of a preoperative checklist and team briefing among surgeons, nurses, and anesthesiologists to reduce failures in communication. *Arch Surg.* 2008; 143(1): 12-17; discussion 18.
233. de Vries EN, Prins HA, Crolla RM, et al: Effect of a comprehensive surgical safety system on patient outcomes. *N Engl J Med.* 2010; 363(20): 1928-1937.
234. Lingard L, Regehr G, Cartmill C, et al: Evaluation of a preoperative team briefing: a new communication routine results in improved clinical practice. *BMJ Qual Saf.* 2011; 20(6): 475-482.

Medio ambiente quirúrgico

235. Rosenberg AD, Wambold D, Kraemer L, et al: Ensuring appropriate timing of antimicrobial prophylaxis. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90(2): 226-232.
236. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, et al: A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med.* 2009; 360(5): 491-499.
237. Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Eriksson BI, Nilsson K: The application of evidence-based measures to reduce surgical site infections during orthopedic surgery-report of a single-center experience in Sweden. *Patient Saf Surg.* 2012; 6(1): 11.
238. Burden AR, Torjman MC, Dy GE, et al: Prevention of central venous catheter-related bloodstream infections: is it time to add simulation training to the prevention bundle? *J Clin Anesth.* 2012; 24(7): 555-560.
239. Schulman J, Stricof R, Stevens TP, et al: Statewide NICU central-line-associated bloodstream infection rates decline after bundles and checklists. *Pediatrics.* 2011; 127(3): 436-444.