

Grupo de trabajo 10

Lavado y desbridamiento

Coordinador:
Carl Haasper

Directores:
Martin Buttaro (Internacional), William Hozack (US)

Delegados:

Craig A Aboltins, Olivier Borens, JJ Callaghan, Pedro Ivo de Carvalho, Yuhan Chang, Pablo Corona, Ferdinando Da Rin, Silvano Esposito, Thomas K Fehring, Xavier Flores Sánchez, Gwo-Chin Lee, JC Martínez-Pastor, SM Javad Mortazavi, Nicolas O Noiseux, Kuo-Ti Peng, Harold Delano Schutte, Daniel Schweitzer, Rihard Trebše, Eleftherios Tsiridis, Leo Whiteside

Pregunta 1A: ¿Cuándo debe ser considerado el lavado y desbridamiento (L+D)?

Consenso: El lavado y desbridamiento (L+D) se puede efectuar en infecciones postoperatorias tempranas que ocurrán dentro de los tres meses posteriores a una artroplastía primaria con menos de tres semanas de síntomas.

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

Pregunta 1B: ¿Puede considerarse un lavado y desbridamiento (L+D) en infecciones hematógenas tardías?

Consenso: Un L+D podrá llevarse a cabo en pacientes con infección hematógena tardía que ocurra dentro de las tres semanas del evento desencadenante o con sintomatología no mayor a tres semanas.

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

Justificación: El L+D es una opción viable para los pacientes con postoperatorio inmediato o tardío con infecciones hematógenas.¹ La tasa de éxito de un L+D varía entre 0 y 89%.² Lo que se sabe es que este procedimiento realizado en infecciones tempranas o tardías tiene una tasa de éxito mayor en los pacientes sanos, en infecciones ocasionadas por microorganismos de baja virulencia y en pacientes con un período corto de sintomatología.^{1,3-25} Si se va a intentar una L+D, es imprescindible asegurarse que la prótesis esté bien fija, bien colocada y tener una buena cobertura de tejidos blandos sobre el implante.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedia>

Pregunta 2: ¿Cuáles son las contraindicaciones para un L+D?

Consenso: Son contraindicaciones absolutas para la efectuar un L+D (sin retirar la prótesis): la imposibilidad para cerrar la herida o la presencia de una fistula. Otra contraindicación absoluta es la presencia de un aflojamiento de los implantes.

Voto de los delegados: de acuerdo, 95%; en desacuerdo, 4%; abstenciones, 1%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Una contraindicación absoluta para no retirar una prótesis es la imposibilidad para cerrar una herida, ya que una herida abierta permite la contaminación y la colonización de la prótesis y dará lugar a una infección crónica. Otras contraindicaciones relativas incluyen la infección por organismos altamente virulentos tales como *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SARM)^{25,26} o en infecciones con varios microorganismos (frecuentemente como resultado de la presencia de una fistula)²⁷ y en pacientes con múltiples comorbilidades, en particular los que padecen inmunodepresión.^{13,28} Marculescu y cols. encontraron que la presencia de una fistula ocasiona una posibilidad de fracaso con la L+D en una tasa de 2.84%.²⁹

3A Pregunta: ¿Cuando se realiza una L+D por un hematoma después de una artroplastía total de rodilla (ATR), deben abrirse los tejidos profundos?

Consenso: Los tejidos profundos con formación de hematomas siempre deben abrirse en los pacientes con artroplastías totales de rodilla (ATR).

Voto de los delegados: de acuerdo, 87%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Pregunta 3B: ¿Deben abrirse los tejidos profundos cuando se realiza un L+D por un hematoma, después de una ATC?

Consenso: Debe realizarse una aspiración de la articulación, ya sea antes de la cirugía o en el momento del L+D. Deben abrirse los tejidos profundos en los pacientes con defectos francos en las partes blandas o con presencia de hematomas o líquidos provenientes de la profundidad de las heridas confirmados por aspiración.

Voto de los delegados: de acuerdo, 87%; en desacuerdo, 9%; abstenciones, 4%. (Consenso fuerte.)

Justificación: En la literatura existe poca o ninguna guía de tratamiento sobre lo que debe hacerse cuando un cirujano se encuentra con una herida drenando y/o la formación de hematoma.^{18,30} Aunque los hematomas superficiales son frecuentes, las consecuencias de no drenar un hematoma profundo o no tratar una infección en un paciente portador de una prótesis pueden ser nefastas.¹⁵ En consecuencia, la opinión de este grupo de consenso es que se debe evaluar cuidadosamente si el hematoma es superficial o profundo. Los tejidos profundos deben abrirse y evacuar el hematoma en los pacientes en los cuales hay una colección de sangre o de líquidos en las zonas más profundas de los planos quirúrgicos. La L+D es un procedimiento muy diferente cuando se compara a una reintervención para evacuar un hematoma.

Pregunta 4: ¿Cómo se debe realizar un L+D en una IAP?

Consenso: El L+D de una articulación protésica debe realizarse cuidadosamente y de acuerdo con protocolos ya establecidos. En pocas palabras esto incluye:

- Optimización preoperatoria del paciente.
- Una buena visualización y desbridamiento exhaustivo.
- Obtención de múltiples muestras para cultivo.
- Irrigación abundante (de seis a nueve litros) en la articulación.
- Extracción de la prótesis si está indicado.

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

Justificación: La articulación debe abrirse en condiciones asepticas a través del abordaje anterior.³⁰ Se debe cepillar y lavar todas las superficies con una solución antiséptica. Irrigar copiosamente con lavado pulsátil a baja presión o con una jeringa de asepto. Informes provenientes de cirugía de trauma han expresado su preocupación por el uso de lavados con alta presión, ya que pueden propagar la infección a tejidos profundos.^{31,32}

Pregunta 5: ¿Los componentes modulares deben cambiarse siempre durante un L+D?

Consenso: Sí. Todos los componentes modulares se deben quitar y si es posible cambiar durante el L+D.

Voto de los delegados: de acuerdo, 92%; en desacuerdo, 8%; abstenciones, 0%. (Consenso fuerte.)

Justificación: En la literatura existe poca evidencia sobre el papel del intercambio de componentes modulares. Aunque esto ocasiona gastos adicionales, prolonga la cirugía y potencialmente podría resultar en aumentos en la morbilidad; en nuestra opinión, es necesario retirar los componentes modulares con el fin de permitir el acceso a partes de la articulación que de otro modo no se podría acceder. Esto último es particularmente cierto en la ATR. El acceso a la cápsula posterior para llevar a cabo un desbridamiento extenso no es posible si antes no se retira el polietileno de la tibia. Además, el retirar los componentes modulares permite la eliminación de los *biofilms* de la superficie (los componentes), lo que reduce la carga biológica. Por lo tanto, creamos que es conveniente quitar y cambiar los componentes modulares (si es posible), en todos los pacientes sometidos a L+D.^{1,6,7,11,13,17,25,26,30,33,34}

Aunque es absolutamente necesario retirar el polietileno durante el desbridamiento en rodilla, es razonable la reinserción de un componente «esterilizado». En un estudio de Laffer y cols.³⁵ retiraron y lavaron con un antiséptico el componente modular de polietileno durante la L+D de ATR. Los autores sugieren que esto puede ser una opción alterna razonable aunque debe considerarse que el intercambio de componentes conlleva un costo adicional.

Pregunta 6: ¿Existen sistemas útiles de clasificación (como la clasificación Tsukayama) que puedan guiar al cirujano para decidir sobre la idoneidad de un L+D?

Consenso: Los sistemas de clasificación disponibles son insuficientes para guiar a un cirujano en la prescripción de la intervención quirúrgica apropiada para el manejo temprano de la IAP. Existe la necesidad de realizar más estudios para identificar los factores de riesgo del fracaso de la L+D en los pacientes con IAP aguda.

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

Justificación: Existen numerosos sistemas de clasificación de IAP. La clasificación Tsukayama se ha utilizado como una guía general para la prescripción del tratamiento quirúrgico^{1,7,36} y ésta define como infección temprana a la que se produce dentro de un mes después de la artroplastia, indicando que cualquier infección más allá de este punto es tardía. La infección hematógena aguda también se incluye en este sistema de clasificación. La clasificación Zimmerli y Trampuz define a una infección temprana como la que se produce dentro de los tres meses posteriores a la cirugía. Las infecciones con inicio entre los tres y 24 meses son infecciones medias y las que se producen después de 24 meses se clasifican como tardías.²³ Estos sistemas de clasificación son útiles ya que proporcionan una descripción para la patogénesis, bajo el supuesto teórico que las infecciones tempranas pueden ser el resultado de la siembra durante la cirugía, mientras que las infecciones tardías son probablemente ad-

quiridas por diseminación hematogena. Otra clasificación propuesta por Senneville y cols. se basa principalmente en la duración de los síntomas y pone menos énfasis en el momento de la colocación de la prótesis. Sobre las bases de esta clasificación, una infección aguda es la que tiene menos de un mes de inicio de los síntomas y cualquier infección con más de un mes se considera tardía.³⁷ Según Garvin y cols.,^{17,38,39} la aparición de síntomas con menos de cuatro semanas es bastante común. La clasificación propuesta por McPherson considera criterios distintos al tiempo, como son los factores relacionados con el huésped y el microorganismo y considera períodos de menos de tres semanas.⁴⁰ Los datos recientes sugieren que el éxito de retener la prótesis depende de muchos factores, no sólo del tiempo transcurrido en la presentación de la infección.^{41,42} Por lo tanto, para decidir la realización de un L+D en un paciente infectado, se deben tener en cuenta muchos otros parámetros, que incluyen el tipo de huésped, la virulencia del organismo infectante y el estado de los tejidos blandos. El *biofilm* es el factor clave para el éxito o el fracaso con lavado y desbridamiento.^{30,43} Con más investigación podrá ser posible identificar otros factores que influyen en el resultado de la intervención quirúrgica para IAP en general y del L+D en particular.

Pregunta 7: ¿El L+D es un recurso de urgencia o el paciente debe ser preparado para el procedimiento?

Consenso: No. La L+D no es un procedimiento de emergencia en un paciente sin sepsis generalizada. Deben realizarse todos los esfuerzos para preparar a los pacientes antes de la intervención quirúrgica.

Voto de los delegados: de acuerdo, 92%; en desacuerdo, 6%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Si bien muchos creen que un paciente con una infección aguda debe someterse a una cirugía tan pronto como sea posible, no hay evidencias que sugieran que cualquier retraso en la intervención quirúrgica afecta negativamente el resultado. Lo que se sabe es que los pacientes con comorbilidades médicas no controladas pueden estar en riesgo de sufrir complicaciones, algunas de las cuales podrían ser fatales. El someter a un paciente a L+D sin controlar una coagulopatía subyacente, que podría ser el resultado de la administración de anticoagulantes puede resultar en el desarrollo de un hematoma con todos sus efectos adversos. Por tanto, es crítico que las condiciones tales como la hiperglucemia no controlada ($> 180 \text{ mg/ml}$), la anemia grave ($\text{Hb} < 10 \text{ mg/dl}$), la coagulopatía y otras condiciones reversibles se traten antes de someter un paciente a L+D. El estado nutricional de cualquier paciente que será sometido a una cirugía debe ser revalorado y tener los suplementos necesarios para revertir la desnutrición, si es que está presente.

Pregunta 8: ¿La artroscopía tiene un papel en la L+D?

Consenso: La artroscopía no tiene ningún papel en el L+D de una prótesis articular infectada.

Voto de los delegados: de acuerdo, 91%; en desacuerdo, 7%; abstenciones, 2%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Hay algunos estudios publicados que demuestran que el resultado del L+D es marcadamente inferior cuando el desbridamiento se realiza a través de una artroscopía.^{6,35,44} Como se mencionó anteriormente, uno de los principales factores que determinan el éxito de la intervención quirúrgica en el tratamiento de IAP es la necesidad de realizar el desbridamiento para reducir la carga biológica. El usar un método artroscópico por un cirujano que no es capaz de acceder a todos los compartimentos y a las partes blandas de la articulación, hacen que no se efectúe un desbridamiento completo. Sin embargo, en la rodilla, la artroscopía puede tener un papel diagnóstico.

Pregunta 9: ¿Cuántas cirugías de L+D son razonables antes de considerar el retiro del implante?

Consenso: Tras el fracaso de un L+D, el cirujano debe considerar la posibilidad de retirar el implante.

Voto de los delegados: de acuerdo, 94%; en desacuerdo, 6%; abstenciones, 0%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Aunque la intervención quirúrgica tiene que ser individualizada para cada paciente, es poco probable que múltiples procedimientos de L+D puedan servirle a un paciente a largo plazo. Si varios intentos de L+D no pueden controlar la infección en un paciente, debe considerarse la posibilidad de retirar el implante.^{13,45} Mont y cols. consideraron razonable realizar múltiples desbridamientos en su serie de 24 ATR con infección aguda.⁴⁶ Por otro lado, tras el fracaso de un procedimiento único de L+D, se recomienda retirar la prótesis.⁴⁷ Otro estudio encontró que la necesidad de un segundo desbridamiento es un factor de riesgo para el fracaso del tratamiento.¹⁹ En ausencia de pruebas concluyentes, nosotros recomendamos no hacer múltiples procedimientos de L+D en pacientes con IAP aguda. Sin embargo, hay evidencias de que se pueden realizar múltiples L+D cuando se hace bajo un protocolo específico.

Pregunta 10: ¿Deben tomarse muestras de cultivo durante un L+D? Si es así, ¿cuántos y de dónde?

Consenso: Durante el L+D deben tomarse entre tres a seis muestras del tejido más afectado, así como del líquido presente.

Voto de los delegados: de acuerdo, 98%; en desacuerdo, 2%; abstenciones, 0%. (Consenso fuerte.)

Justificación: A pesar de los intentos, no siempre es posible distinguir entre un hematoma benigno y una infección aguda. Por lo tanto, durante un L+D deben ser enviadas muestras de tejidos y líquidos para un análisis microbiológico. La información obtenida de los cultivos, se puede utilizar para determinar la evolución del tratamiento en cada paciente. Deben tomarse de cinco a seis muestras de las áreas que parecen macroscópicamente estar infectadas. Las muestras deben incluir las capas superficiales, profundas,

periprotésicas y las de las interfaces entre los componentes modulares. Si se retiran los componentes definitivos, también se deben tomar muestras de la interface hueso/prótesis. Las muestras deberán estudiarse en cultivos aeróbicos y anaeróbicos.⁴⁸ Algunos autores han demostrado que la profilaxis antibiótica en el momento de la inducción anestésica no altera los resultados de los cultivos microbiológicos obtenidos durante la cirugía.⁴⁹

Pregunta 11: ¿Se debe dar tratamiento antibiótico prolongado a los pacientes después de L+D? Si es así, ¿cuáles son las indicaciones, el tipo de antibiótico, la dosis y la duración del tratamiento?

Consenso: No. El antibiótico por tiempo prolongado sólo debe administrarse a los pacientes que cumplen los criterios para IAP (véase el grupo de trabajo 7). El tipo, la dosis y la duración del tratamiento con antibióticos para los casos infectados se determinarán en consulta con un infectólogo especialista.

Voto de los delegados: de acuerdo, 75%; en desacuerdo, 20%; abstenciones, 5%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Los pacientes sometidos a L+D por infección se deben estudiar en forma adecuada; deben incluirse estudios de velocidad de sedimentación globular, proteína C-reactiva, aspiración de la articulación (ya sea antes o durante la cirugía) y los cultivos correspondientes. Estas investigaciones permiten al equipo médico tratar de determinar si existe una alta probabilidad de IAP. Para los pacientes en los que hay un alto índice de sospecha para IAP, se debe administrar tratamiento antibiótico prolongado. Para los pacientes con parámetros serológicos y sinoviales normales y sin evidencias de infección activa durante la cirugía, no se debe indicar terapia antibiótica prolongada.

Pregunta 12: ¿Juega un papel el tratamiento antibiótico local (intraarticular) después de un L+D? Si es así, definir indicaciones.

Consenso: No. No hay evidencias suficientes para apoyar la administración de antibióticos intraarticulares en forma continua para el tratamiento de IAP.

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

Justificación: Aunque el concepto de la administración continua de antibióticos intraarticulares parece lógico ya que permite concentraciones locales altas de antibióticos, este procedimiento requiere una evaluación adicional. La práctica de la administración de antibióticos intraarticulares continuos fue presentada por Whiteside y cols. y ha demostrado éxito en una serie de casos.⁵⁰ No se han realizado análisis multivariados que demuestren que la administración intraarticular de antibióticos sea un factor independiente para el éxito. Es probable que una combinación de factores, como es un desbridamiento quirúrgico minucioso pueda explicar la alta tasa de éxito que se observó en esta

serie.⁴⁵¹ Existen algunos riesgos potenciales asociados con esta práctica, que incluyen reacciones a medicamentos, costo excesivo, la necesidad de una cirugía adicional (para eliminar el catéter de Hickman) y posiblemente el desarrollo de resistencia a los antibióticos. Con el uso de antibióticos intraarticulares continuos para el tratamiento de la infección crónica se han reportado tasas de éxito de 94%, pero también merece mayor evaluación.⁵⁰ Ésta y otras series deben ser mejor evaluadas.^{52,53}

Pregunta 13: ¿Qué papel juega el uso de pastillas reabsorbibles con antibióticos (sulfato de calcio, etcétera)? Si es así, definir indicaciones para su uso.

Consenso: No. Actualmente no hay evidencias concluyentes que demuestren que el uso de antibióticos impregnados en materiales reabsorbibles mejore los resultados de una intervención quirúrgica de L+D.

Voto de los delegados: de acuerdo, 88%; en desacuerdo, 6%; abstenciones, 6%. (Consenso fuerte.)

Justificación: Diversas series de casos han evaluado el papel que juega el material reabsorbible impregnado con antibióticos para el tratamiento de IAP. Aunque los informes iniciales de esta serie han sido alentadores, no hay estudios aleatorizados y controlados que demuestren que el uso de estos materiales aumente el éxito de la cirugía.⁵³ En un estudio que evalúa los resultados de L+D en 34 pacientes en los que se utilizó gentamicina reabsorbible, la tasa de éxito fue de 73% que parece no ser muy superior a lo que cabría esperar con un L+D convencional.⁵⁴

El uso de material reabsorbible no está exento de problemas. Además del costo, que depende de la cantidad de material utilizado, algo que se ha descrito es la reacción local. Los gránulos de sulfato de calcio han demostrado que aumentan el exudado en la herida.^{55,56} También se ha descrito un posible efecto citotóxico de estos materiales. Recientemente se han experimentado otros materiales como las nanopartículas de hidroxiapatita.⁵⁷ Se necesitan efectuar futuros estudios para evaluar el papel del material reabsorbible impregnado con antibióticos, ya que no existe actualmente ninguna evidencia concreta que apoye su uso.

Bibliografía

- Odum SM, Fehring TK, Lombardi AV, et al: Irrigation and debridement for periprosthetic infections: does the organism matter? *J Arthroplasty*. 2011; 26(6 Suppl): 114-118.
- Roman CL, Manzi G, Logoluso N, Romano D: Value of debridement and irrigation for the treatment of periprosthetic infections. A systematic review. *Hip Int*. 2012; 22(Suppl 8): S19-24.
- Abolins CA, Page MA, Busing KL, et al: Treatment of staphylococcal prosthetic joint infections with debridement, prosthesis retention and oral rifampicin and fusidic acid. *Clin Microbiol Infect*. 2007; 13(6): 586-591.
- Berdal JE, Skramm I, Mowinkel P, Gulbrandsen P, Bjornholt JV: Use of rifampicin and ciprofloxacin combination therapy after surgical debridement in the treatment of early manifestation prosthetic joint infections. *Clin Microbiol Infect*. 2005; 11(10): 843-845.

5. Burger RR, Basch T, Hopson CN: Implant salvage in infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; (273): 105-112.
6. Byren I, Bejon P, Atkins BL, et al: One hundred and twelve infected arthroplasties treated with 'DAIR' (debridement, antibiotics and implant retention): antibiotic duration and outcome. *J Antimicrob Chemother.* 2009; 63(6): 1264-1271.
7. Giulieri SG, Gruber P, Ochsner PE, Zimmerli W: Management of infection associated with total hip arthroplasty according to a treatment algorithm. *Infection.* 2004; 32(4): 222-228.
8. Hartman MB, Fehring TK, Jordan L, Norton HJ: Periprosthetic knee sepsis. The role of irrigation and debridement. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; (273): 113-118.
9. Klouche S, Lhotellier L, Mamoudy P: Infected total hip arthroplasty treated by an irrigation-debridement/component retention protocol. A prospective study in a 12-case series with minimum 2 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011; 97(2): 134-138.
10. Kotwal SY, Farid YR, Patil SS, Alden KJ, Finn HA: Intramedullary rod and cement static spacer construct in chronically infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012; 27(2): 253-259 e254.
11. Koyonos L, Zmistrovski B, Della Valle CJ, Parvizi J: Infection control rate of irrigation and debridement for periprosthetic joint infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469(11): 3043-3048.
12. Legout L, Stern R, Assal M, et al: Suction drainage culture as a guide to effectively treat musculoskeletal infection. *Scand J Infect Dis.* 2006; 38(5): 341-345.
13. Lora-Tamayo J, Murillo O, Iribarren JA, et al: A large multicenter study of methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infections managed with implant retention. *Clin Infect Dis.* 2013; 56(2): 182-194.
14. Martinez-Pastor JC, Munoz-Mahamud E, Vilchez F, et al: Outcome of acute prosthetic joint infections due to gram-negative bacilli treated with open debridement and retention of the prosthesis. *Antimicrob Agents Chemother.* 2009; 53(11): 4772-4777.
15. Segawa H, Tsukayama DT, Kyle RF, Becker DA, Gustilo RB: Infection after total knee arthroplasty. A retrospective study of the treatment of eighty-one infections. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81(10): 1434-1445.
16. Trebse R, Pisot V, Trampuz A: Treatment of infected retained implants. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(2): 249-256.
17. Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB: Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78(4): 512-523.
18. Van Kleunen JP, Knox D, Garino JP, Lee GC: Irrigation and debridement and prosthesis retention for treating acute periprosthetic infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(8): 2024-2028.
19. Vilchez F, Martinez-Pastor JC, Garcia-Ramiro S, et al: Outcome and predictors of treatment failure in early post-surgical prosthetic joint infections due to *Staphylococcus aureus* treated with debridement. *Clin Microbiol Infect.* 2011; 17(3): 439-444.
20. Vilchez F, Martinez-Pastor JC, Garcia-Ramiro S, et al: Efficacy of debridement in hematogenous and early post-surgical prosthetic joint infections. *Int J Artif Organs.* 2011; 34(9): 863-869.
21. Widmer AF, Gaechter A, Ochsner PE, Zimmerli W: Antimicrobial treatment of orthopedic implant-related infections with rifampin combinations. *Clin Infect Dis.* 1992; 14(6): 1251-1253.
22. Zimmerli W, Ochsner PE: Management of infection associated with prosthetic joints. *Infection.* 2003; 31(2): 99-108.
23. Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE: Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med.* 2004; 351(16): 1645-1654.
24. Zimmerli W, Widmer AF, Blatter M, Frei R, Ochsner PE: Role of rifampin for treatment of orthopedic implant-related staphylococcal infections: a randomized controlled trial. Foreign-Body Infection (FBI) Study Group. *JAMA.* 1998; 279(19): 1537-1541.
25. Zmistrovski B, Fedorka CJ, Sheehan E, Deirmengian G, Austin MS, Parvizi J: Prosthetic joint infection caused by gram-negative organisms. *J Arthroplasty.* 2013; 26(6 Suppl): 104-108.
26. Buller LT, Sabry FY, Easton RW, Klika AK, Barsoum WK: The preoperative prediction of success following irrigation and debridement with polyethylene exchange for hip and knee prosthetic joint infections. *J Arthroplasty.* 2012; 27(6): 857-864 e851-854.
27. Westberg M, Grogaard B, Snorrason F: Early prosthetic joint infections treated with debridement and implant retention: 38 primary hip arthroplasties prospectively recorded and followed for median 4 years. *Acta Orthop.* 2012; 83(3): 227-232.
28. Peel TN, Cheng AC, Choong PF, Busing KL: Early onset prosthetic hip and knee joint infection: treatment and outcomes in Victoria, Australia. *J Hosp Infect.* 2012; 82(4): 248-253.
29. Marculescu CE, Berbari EF, Hanssen AD, et al: Outcome of prosthetic joint infections treated with debridement and retention of components. *Clin Infect Dis.* 2006; 42(4): 471-478.
30. Schwechter EM, Folk D, Varshney AK, Fries BC, Kim SJ, Hirsh DM: Optimal irrigation and debridement of infected joint implants: an *in vitro* methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm model. *J Arthroplasty.* 2011; 26(6 Suppl): 109-113.
31. 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.
32. 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.
33. Engesaeter LB, Dale H, Schrama JC, Hallan G, Lie SA: Surgical procedures in the treatment of 784 infected THAs reported to the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop.* 2011; 82(5): 530-537.
34. Sukeik M, Patel S, Haddad FS: Aggressive early debridement for treatment of acutely infected cemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(11): 3164-3170.
35. Laffer RR, Gruber P, Ochsner PE, Zimmerli W: Outcome of prosthetic knee-associated infection: evaluation of 40 consecutive episodes at a single centre. *Clin Microbiol Infect.* 2006; 12(5): 433-439.
36. Osmon DR, Berbari EF, Berend AR, et al: Diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2013; 56(1): e1-e25.
37. Senneville E, Joulie D, Legout L, et al: Outcome and predictors of treatment failure in total hip/knee prosthetic joint infections due to *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis.* 2009; 53(4): 334-340.
38. Garvin KL, Hanssen AD: Infection after total hip arthroplasty. Past, present, and future. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(10): 1576-1588.
39. Garvin KL, Konigsberg BS: Infection following total knee arthroplasty: prevention and management. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93(12): 1167-1175.
40. McPherson EJ, Woodson C, Holtom P, Roidis N, Shufelt C, Patzakis M: Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res.* 2002; (403): 8-15.
41. Bradbury T, Fehring TK, Taunton M, et al: The fate of acute methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* periprosthetic knee infections treated by open debridement and retention of components. *J Arthroplasty.* 2009; 24(6 Suppl): 101-104.
42. Fehring TK, Odum SM, Berend KR, et al: Failure of irrigation and debridement for early postoperative periprosthetic infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471(1): 250-257.
43. Zimmerli W, Moser C: Pathogenesis and treatment concepts of orthopaedic biofilm infections. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2012; 65(2): 158-168.
44. Waldman BJ, Hostin E, Mont MA, Hungerford DS: Infected total knee arthroplasty treated by arthroscopic irrigation and debridement. *J Arthroplasty.* 2000; 15(4): 430-436.
45. Peel TN, Busing KL, Dowsey MM, et al: Outcome of debridement and retention in prosthetic joint infections by methicillin-resistant staphylococci, with special reference to rifampin and fusidic acid combination therapy. *Antimicrob Agents Chemother.* 2013; 57(1): 350-355.
46. Mont MA, Waldman B, Banerjee C, Pacheco IH, Hungerford DS: Multiple irrigation, debridement, and retention of components in infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1997; 12(4): 426-433.
47. Sherrell JC, Fehring TK, Odum S, et al: The Chitrangan Ranawat Award: fate of two-stage reimplantation after failed irrigation and debridement for periprosthetic knee infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 469(1): 18-25.
48. Atkins BL, Athanasou N, Deeks JJ, et al: Prospective evaluation of criteria for microbiological diagnosis of prosthetic-joint infection at

- revision arthroplasty. The OSIRIS Collaborative Study Group. *J Clin Microbiol.* 1998; 36(10): 2932-2939.
49. Ghanem E, Parvizi J, Clohisy J, Burnett S, Sharkey PF, Barrack R: Perioperative antibiotics should not be withheld in proven cases of periprosthetic infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 461: 44-47.
50. Whiteside LA, Nayfeh TA, La Zear R, Roy ME: Reinfected revised ATR resolves with an aggressive protocol and antibiotic infusion. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(1): 236-243.
51. Fukagawa S, Matsuda S, Miura H, Okazaki K, Tashiro Y, Iwamoto Y: High-dose antibiotic infusion for infected knee prosthesis without implant removal. *J Orthop Sci.* 2010; 15(4): 470-476.
52. Estes CS, Beauchamp CP, Clarke HD, Spangehl MJ: A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(8): 2029-2038.
53. Tintle SM, Forsberg JA, Potter BK, Islinger RB, Andersen RC: Prosthesis retention, serial debridement, and antibiotic bead use for the treatment of infection following total joint arthroplasty. *Orthopedics.* 2009; 32(2): 87.
54. Kuiper JW, Brohet RM, Wassink S, van den Bekerom MP, Nolte PA, Vergroesen DA: Implantation of resorbable gentamicin sponges in addition to irrigation and debridement in 34 patients with infection complicating total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2013; 23(2): 173-180.
55. McGlothan KR, Gosmanova EO: A case report of acute interstitial nephritis associated with antibiotic-impregnated orthopedic bone-cement spacer. *Tenn Med.* 2012; 105(9): 37-40, 42.
56. Nelson CL, McLaren SG, Skinner RA, Smeltzer MS, Thomas JR, Olsen KM: The treatment of experimental osteomyelitis by surgical debridement and the implantation of calcium sulfate tobramycin pellets. *J Orthop Res.* 2002; 20(4): 643-647.
57. Rauschmann MA, Wichelhaus TA, Stirnai V, et al: Nanocrystalline hydroxyapatite and calcium sulphate as biodegradable composite carrier material for local delivery of antibiotics in bone infections. *Biomaterials.* 2005; 26(15): 2677-2684.