



## Tema de actualización

# Complicaciones infecciosas tras osteosíntesis de fracturas de tobillo

M. Luque<sup>1</sup>, D. Peris<sup>1</sup>, A. Martín-Vivaldi<sup>1</sup>, R. Ayllón<sup>2</sup>, S. Quirante<sup>2</sup>, N. Prados<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada

<sup>2</sup> Hospital Campus de la Salud. Granada

<sup>3</sup> Facultad de Medicina. Granada

### Correspondencia:

Dra. María Luque Valenzuela

Correo electrónico: marialuquevalenzuela@gmail.com

Recibido el 30 de enero de 2018

Aceptado el 15 de abril de 2018

Disponible en Internet: mayo de 2018

### RESUMEN

Las fracturas de tobillo constituyen un 10% del total de las fracturas. Con el objetivo de conseguir una reducción anatómica, muchas de ellas son intervenidas quirúrgicamente. Esto conlleva el riesgo de que la herida quirúrgica se complique con necrosis, dehiscencia o infección en un 1-40% de los casos. Factores de riesgo asociados a estas complicaciones son las fracturas abiertas, la diabetes mellitus, el tabaco o la edad. El tratamiento oscila desde curas locales hasta desbridamiento amplio con retirada del material de osteosíntesis y antibiótico intravenoso de larga duración. Los patógenos más frecuentemente aislados son *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*. En los últimos años ha aumentado la incidencia de infecciones causadas por microorganismos resistentes, siendo aislados hasta en un 60% de los casos. El consecuente aumento de los costes sanitarios directos e indirectos ha llevado a que se estudien numerosas medidas preventivas con el fin de minimizar estas complicaciones.

**Nivel de evidencia:** 5.

**Palabras clave:** Profilaxis antibiótica. Desbridamiento. Diabetes. Tabaco. Infección herida quirúrgica. Complicaciones herida.

### ABSTRACT

#### Infectious complications after ankle fractures osteosynthesis

Ankle fractures represent up to 10% of total fractures. In order to obtain anatomic reduction of the joint, most of them require surgical fixation. That involves a risk of 1-40% of wound complications such as necrosis, breakdown of the wound or surgical site infection. Risk factors associated with them are open fractures, diabetes mellitus, smoking and older age. Treatment ranges from local debridement to hardware removal followed by long-term intravenous antibiotics. The most frequently identified pathogens are *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative *Staphylococci* and *Pseudomonas aeruginosa*. Lately, multi-drugs resistant pathogens have increased, accounted for 60% of surgical site infections. Due to increasing costs these complications imply, several prevention rules have been investigated with the aim of suppressing them.

**Level of clinical evidence:** 5.

**Keywords:** Antibiotic prophylaxis. Debridement. Diabetes. Smoking. Surgical site infection. Wound complications.



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.3201.fs1801001>

© 2018 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

### Introducción

Las fracturas de tobillo suponen la segunda fractura más frecuente de la extremidad inferior. Según las recomendaciones de la Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/American Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA), las fracturas de tobillo pueden ser tratadas mediante fijación externa o interna, en función de la conminación de los fragmentos, su tamaño y la calidad ósea<sup>(1)</sup>. El objetivo del tratamiento será conseguir una reducción anatómica de la superficie articular y de la sindesmosis. Concretamente, en fracturas desplazadas el tratamiento conservador ofrece un alto porcentaje de malos resultados, por lo que solo debe ser contemplado en determinados paciente que por sus comorbilidades no puedan ser intervenidos o en aquellos no ambulantes. A pesar de que, tradicionalmente, se ha relacionado la movilización precoz con un aumento de las complicaciones, actualmente están surgiendo estudios que lo ponen en entredicho, fundamentalmente en pacientes diabéticos<sup>(2)</sup>.

La tasa de complicaciones tras la cirugía de fracturas de tobillo oscila entre el 1 y el 40%. La mínima cobertura por partes blandas unida a la peor vascularización de la zona hacen que la mala evolución de la herida quirúrgica suponga la complicación más frecuente, así como la causa más habitual de modificación del plan de seguimiento y tratamiento posquirúrgico<sup>(3)</sup>. Esto no solo conlleva una mayor utilización de recursos sanitarios, una prolongación de la estancia hospitalaria y de la baja laboral que aumenta los costes hasta en un 300%, sino que, además, provoca un importante empeoramiento de los resultados funcionales<sup>(4)</sup> y un incremento de las secuelas.

Las complicaciones infecciosas de la herida quirúrgica tras la osteosíntesis de fracturas de tobillo incluyen la necrosis de los bordes, la dehiscencia, la infección superficial y profunda.

### Materiales y métodos

En octubre de 2017 se ha realizado una búsqueda bibliográfica a través de bases de datos electrónicas (PubMed y Embase) utilizando las palabras clave: "ankle fractures AND surgical site infection", "ankle fractures AND wound complications", "antibiotic prophylaxis in fractures" y "surgical

site infection AND prevention". Se han tenido en cuenta preferentemente metaanálisis, revisiones bibliográficas, ensayos clínicos y estudios de cohortes actuales. Ningún artículo no publicado ha sido incluido. Los artículos seleccionados se han transferido al gestor bibliográfico Zotero.

### Resultados

#### Epidemiología

Las fracturas de tobillo representan un 10% del total de las fracturas, con una tasa de incidencia de 137 por 1.000 personas-año, cifra que, debido al aumento de la esperanza de vida de la población, está aumentando, sobre todo en mujeres mayores de 60 años. El patrón más frecuente de fractura es el tipo B según la clasificación de la AO/OTA<sup>(5)</sup>.

La infección de la herida quirúrgica constituye la complicación más frecuente, con una prevalencia que oscila entre el 1,4 y el 5,5% según la literatura, y pudiendo alcanzar incluso el 19% en pacientes con factores de riesgo añadidos como la diabetes mellitus. La mayor parte de estas complicaciones suelen darse en el maléolo peroneo, probablemente debido a que se realiza una incisión mayor asociada a un mayor tiempo quirúrgico y manipulación, así como mayor sufrimiento de las partes blandas<sup>(6)</sup>.

El 67% de las infecciones profundas tras la reducción abierta y la fijación interna de las fracturas de tobillo son monobacterianas, siendo los patógenos más frecuentemente aislados *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Hasta el 60% de los microorganismos aislados muestran resistencias antibióticas<sup>(7)</sup>. Las infecciones por hongos, aunque mucho menos frecuentes, requieren un alto índice de sospecha y, aunque en la mayor parte de los casos tienen lugar en pacientes inmunodeprimidos, también pueden causar infecciones nosocomiales en pacientes inmunocompetentes con implantes<sup>(8)</sup>.

#### Factores de riesgo asociados a complicaciones de la herida quirúrgica

Los factores de riesgo relacionados con un aumento del riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica han sido ampliamente estudiados. Las

fracturas abiertas poseen un mayor riesgo de infección, relacionado con el grado al que pertenecen según la clasificación de Gustilo-Anderson<sup>(9)</sup>. Tradicionalmente, se producían en pacientes jóvenes, pero en los últimos años se ha observado un aumento del número de fracturas complejas abiertas de tobillo en mujeres mayores, generalmente tras un traumatismo de baja energía<sup>(10)</sup>. Los pacientes jóvenes con fracturas abiertas de tobillo, causadas frecuentemente por traumatismos de alta energía que dañan los tejidos blandos, requieren una mayor utilización de recursos para su tratamiento y presentan un mayor número de complicaciones.

Los ancianos presentan una prevalencia más alta de complicaciones e incluso están surgiendo estudios en los que, al comparar los resultados tras realizar un tratamiento conservador o quirúrgico en pacientes mayores, no muestran diferencias significativas, no dejando unas pautas de tratamiento establecidas<sup>(11-14)</sup>.

La diabetes mellitus se ha asociado en numerosas ocasiones con un aumento del riesgo de complicaciones posquirúrgicas en general y de la herida quirúrgica en particular. Algunos autores han relacionado concretamente el mal control de la glucemia, con hemoglobina glicosilada > 7%, con este incremento. Al comparar la diabetes no complicada (considerada como aquella que no presenta neuropatía) con la complicada (presencia de neuropatía), se determinó que los pacientes con neuropatía diabética presentan 7,63 veces más riesgo de sufrir alguna complicación de la herida quirúrgica<sup>(15-17)</sup>.

El tabaco ha sido definido como factor de riesgo independiente tanto para infecciones de la herida quirúrgica como para otras complicaciones de la misma, como retraso de la curación, dehiscencia y necrosis<sup>(18-20)</sup>.

El momento de la cirugía también ha sido objeto de estudio. Un retraso en el tratamiento quirúrgico de fracturas de tobillo cerradas mayor de 24 horas conlleva un aumento de la tasa de infección de la herida<sup>(21)</sup>, así como un aumento en el periodo de hospitalización<sup>(22)</sup>. Asimismo, cirugías más prolongadas se han asociado con un incremento en la aparición de flictenas posquirúrgicas y en las complicaciones cutáneas<sup>(23)</sup>.

A pesar de que la obesidad supone un factor protector frente a ciertas fracturas, como las de cadera, esta relación no se ha hallado en las frac-

turas de tobillo. La obesidad, definida como un índice de masa corporal (IMC) > 30 kg/m<sup>2</sup>, como factor de riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica tras osteosíntesis de fracturas de tobillo ha sido analizada varias veces, encontrando como dificultad su alta asociación a la diabetes, que puede actuar como factor de confusión. Las fracturas desplazadas B y C son más frecuentes en pacientes obesos<sup>(24)</sup>. Sin embargo, ningún estudio ha obtenido resultados concluyentes que relacionen las complicaciones de la herida con el aumento del peso<sup>(25)</sup>; incluso, en 2016 se publicó un estudio retrospectivo, en el que se analizaron los datos de 127 pacientes intervenidos por fracturas de tobillo y seguidos durante un tiempo medio de 9,4 meses. Tras realizar el test t de Student o de Wilcoxon, según las variables tuvieran una distribución normal o no, obtuvieron como resultado una menor tasa de complicaciones de la herida quirúrgica en pacientes obesos (11,7%) que en no obesos (25,4%)<sup>(26)</sup>, con  $p < 0,05$ , probablemente debido a la mejor cobertura del hueso subyacente.

La participación de médicos internos residentes en el acto quirúrgico se evaluó como posible factor de riesgo en el desarrollo de complicaciones posquirúrgicas, siendo no significativo<sup>(27)</sup>. Tampoco se ha encontrado relación entre la tasa de complicaciones de la herida y el régimen de estancia en el hospital del paciente (ambulatorio o ingresado)<sup>(28)</sup>. La infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) no ha demostrado aumentar la tasa de complicaciones tras la reducción abierta y la fijación interna de fracturas de miembros inferiores<sup>(29)</sup>.

VARIABLES INDEPENDIENTES ASOCIADAS A UN AUMENTO DEL RIESGO DE FRACASO DEL TRATAMIENTO DE LAS INFECCIONES EN LAS FRACTURAS DE TOBILLO SON EL TABACO Y LA MALA REDUCCIÓN Y FIJACIÓN DE LA FRACTURA, ASÍ COMO LA RETIRADA DEL MATERIAL DE OSTEOSÍNTESIS EN FRACTURAS AÚN SIN CONSOLIDAR, YA QUE CONLLEVAN UNA MAYOR MOVILIDAD INTERFRAGMENTARIA QUE RETASA LA CURACIÓN DE LA INFECCIÓN<sup>(30)</sup>.

## **Clinica y diagnóstico**

Debido a que las estructuras más profundas del tobillo no están cubiertas por una fascia bien delimitada, la mayor parte de los autores distingue entre infección profunda y superficial según el



Figura 1. Dehiscencia en herida quirúrgica al décimo día postoperatorio.



Figura 2. Úlcera debida a sufrimiento cutáneo.

tratamiento requerido para su resolución. Las infecciones superficiales comprenden aquellas que se resuelven con antibiótico oral y curas locales de la herida, mientras que las infecciones profundas requieren ingreso hospitalario, desbridamiento quirúrgico y tratamiento antibiótico intravenoso. No obstante, aunque existe controversia en torno a esta definición, diversos autores han destacado la importancia de diagnosticar y tratar con la mayor brevedad los signos iniciales de infección de la herida quirúrgica ya que, en zonas

como el tobillo donde no existe fascia y la distancia entre la piel y el tejido muscular es pequeña, esta puede extenderse muy rápidamente<sup>(31,32)</sup>.

La infección de la herida quirúrgica se clasifica en precoz o tardía, según aparezca en las primeras 2 semanas tras la osteosíntesis o más tarde. Además de los signos clásicos de infección (calor, rubor, dolor e inflamación), los reactantes fase aguda (proteína C reactiva, procalcitonina, velocidad de sedimentación globular, leucocitosis, neutrofilia) pueden elevarse en algunos casos. En ocasiones, aparecen otros signos más sutiles, como hematomas o retraso de la cicatrización, que hacen que el diagnóstico de infección se retrase (**Figuras 1 a 3**). Estos han sido sistematizados en escalas de valoración de la herida quirúrgica que permiten analizarla minuciosamente durante las curas con la intención de detectar y tratar lo antes posible las complicaciones emergentes y tener una forma objetiva de seguir la evolución.

A pesar de que en el proceso diagnóstico la radiografía debe ser la primera prueba complementaria, esta no suele presentar cambios en fases tempranas de la infección. Debido a su alta sensibilidad, la

resonancia magnética nuclear (RMN) constituye la prueba de imagen de elección en el diagnóstico de infecciones del tejido osteomuscular, ya que ofrece gran definición anatómica, tanto de tejido óseo como de partes blandas, que resulta de gran utilidad para valorar la extensión de la infección y planificar la cirugía. Al añadir gadolinio, permite distinguir entre cambios posquirúrgicos e infección actual, lo cual resulta muy útil en el diagnóstico diferencial<sup>(33)</sup>. La existencia de infección se confirma con el cultivo de las muestras



**Figura 3.** Exposición de material de osteosíntesis y celulitis 18 días tras la cirugía en paciente diabética de 73 años.

tomadas, ya sea con biopsia radioguiada o en el momento del desbridamiento. Con este no solo se aísla al microorganismo causante, sino que además se obtiene el antibiograma, fundamental a la hora de elegir el antibiótico específico más conveniente. Las muestras tomadas con escobillones no han demostrado ser superiores a aquellas tomadas directamente del tejido afectado en el quirófano<sup>(34)</sup>. La sonicación de los implantes retirados y el cultivo posterior del líquido resultante podrían ser más sensibles y específicos que el cultivo del propio tejido. No obstante, en ocasiones es difícil distinguir la infección de la mera contaminación, pues estos implantes, ya sea por falta de cobertura cutánea o a través de una fístula, han podido estar mucho tiempo en contacto con el exterior, aumentando de esta forma el porcentaje de falsos positivos<sup>(35)</sup>.

### Tratamiento

El tratamiento de la infección de la herida quirúrgica consiste en desbridamiento y lavado amplios, antibióticos intravenosos primero de amplio espectro y, después, ajustados al antibiograma, y, en caso de que la fractura esté consolidada, retirada del material de osteosíntesis. Se ha descrito que la retención del material de osteosíntesis en infecciones agudas, que tienen lugar en las 3 primeras semanas, lo que implica que aún no existe consolidación de la fractura, tiene

buenos resultados cuando se asocia con un desbridamiento agresivo y tratamiento antibiótico adecuado<sup>(36,37)</sup>.

En la mayor parte de los centros especializados se aboga por un abordaje multidisciplinar del tratamiento de la infección asociada a material de osteosíntesis. Por una parte, es muy útil la participación de médicos especialistas en enfermedades infecciosas, ya que el tratamiento antibiótico es uno de los pilares fundamentales para erradicar la infección y debe ser elegido teniendo en cuenta el antibiograma, la biodisponibilidad,

la adherencia y las posibles reacciones adversas que puedan surgir<sup>(38)</sup>. Por otra parte, en numerosas ocasiones, existe una pérdida de sustancia y es necesaria la intervención de cirugía plástica para cubrir el material de osteosíntesis, evitando su contaminación, y aportar tejido vascularizado viable al lecho que permita la llegada adecuada de los antibióticos. En estos casos, puede ser útil el uso de terapia de presión negativa sobre la herida (*negative pressure wound therapy*, NPWT), ya que disminuye la complejidad de la misma y simplifica su reconstrucción<sup>(39,40)</sup>. Además, es útil la participación de otros especialistas como rehabilitadores, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos... que colaboran en la mejora del estado físico y psíquico del paciente, consiguiéndose de esta forma un tratamiento global del mismo.

### Medidas de prevención

Dado que la infección de la herida quirúrgica constituye una complicación grave, que puede tener importantes consecuencias, resulta fundamental seguir estrategias de prevención. Estas pueden clasificarse en preoperatorias, intraoperatorias y postoperatorias, según el momento en el que se apliquen, y se basan en mejorar aquellos factores de riesgo modificables conocidos con el fin de reducir la incidencia<sup>(41,42)</sup>.

Entre las medidas preoperatorias se encuentran<sup>(43)</sup>:

- Optimización del paciente: control estricto de la glucemia, adecuar el estado nutricional y el abandono del tabaco.

- Profilaxis antibiótica: las guías actuales recomiendan cefalosporinas de primera o segunda generación, como cefazolina 1-2 g en adultos y según peso en niños, administrada 1 hora antes de realizar la incisión. Vancomicina administrada 120 minutos antes de comenzar la cirugía o teicoplanina en bolo son opciones válidas en pacientes alérgicos a penicilinas. Se repetirá la dosis en aquellas cirugías con grandes pérdidas sanguíneas o que duren más de la vida media del antibiótico (2-5 horas para cefazolina). Actualmente, se recomienda no prolongar la profilaxis antibiótica más allá de las 24 horas tras la intervención<sup>(44)</sup>, incluso se ha descrito que una sola dosis de antibiótico resulta más coste-efectiva que varias dosis. No se ha demostrado que realizar la profilaxis antes de comenzar la isquemia del miembro sea mejor que comenzarla después. No obstante, existen estudios que afirman que la profilaxis antibiótica no disminuye el riesgo de infección de la herida quirúrgica en pacientes sin factores de riesgo e incluso que la profilaxis en este tipo de pacientes aumenta los costes, la tasa de reacciones adversas y la aparición de resistencias antibióticas bacterianas<sup>(45)</sup>.

- Evitar la depilación en el quirófano. En caso de ser necesario, debería realizarse el día previo a la cirugía y con métodos químicos o recorte, no rasurando.

- Disminuir al máximo la carga bacteriana cutánea, realizando un lavado previo de la piel con jabón/antiséptico seguido de aplicación de povidona yodada o clorhexidina.

- Utilización por parte del personal de gorro, batas y guantes.

Algunas medidas intraoperatorias son<sup>(46)</sup>:

- Mantener normotermia en quirófano.

- Reducir el número de personas entrando y saliendo del quirófano.

- Reducir el tiempo quirúrgico y de isquemia.

- Técnica quirúrgica depurada, respetando al máximo las partes blandas.

Dentro de las medidas de prevención postoperatorias se han encontrado<sup>(46)</sup>:

- La utilización de cicatrización asistida por vacío (*vacuum assisted closure*, VAC) en pacientes diabéticos podría disminuir la tasa de infección de la herida quirúrgica.

- No existe evidencia suficiente para determinar el momento ideal del primer lavado de la herida tras la cirugía.

En 2015, la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) publicó un artículo en el que se presentaba un modelo de trabajo para calcular el riesgo individual de cada paciente, en función de sus características personales, sus hábitos y los factores de riesgo descritos presentes, y la cirugía a realizar. Llevando a cabo una predicción preoperatoria del riesgo de infección de la herida quirúrgica, el cirujano sería capaz de informar y aconsejar a sus pacientes de una forma más precisa<sup>(47)</sup>.

El efecto protector frente a la infección del lecho quirúrgico de los diferentes tipos de gasas y apósitos utilizados en el tratamiento de las heridas ha sido ampliamente estudiado. Algunos artículos afirman que la utilización de gasas con plata disminuye la infección de la herida quirúrgica en cirugía de pie y tobillo y en la cirugía protésica; otros han encontrado cierta mejoría del dolor. La última revisión disponible en Cochrane Library sobre el tema, llevada a cabo en 2016, concluyó que no hay evidencia suficiente que determine superioridad de un apósito o gasa sobre otro, ya que los estudios existentes tienen pequeño tamaño muestral y fallos en la metodología (sesgos de selección, falta de enmascaramiento, no aleatorización, etc.)<sup>(48,49)</sup>.

## Conclusiones

Basándonos en los artículos revisados, en primer lugar, pensamos que la prevención de las complicaciones de la herida quirúrgica tras la osteosíntesis en fracturas de tobillo constituye un problema de salud pública, tanto por su alta incidencia, que previsiblemente aumentará en los años venideros, como por sus complejas implicaciones sanitarias, económicas, psicológicas y sociales. A esto se une el incremento innegable de las infecciones causadas por gérmenes resistentes a los antibióticos habituales, que dificulta aún más el tratamiento de esta patología. En segundo lugar, observamos que, debido a la falta de definiciones exactas y algoritmos diagnósticos y terapéuticos, en algunos casos el diagnóstico se retrasa o no se lleva a cabo el tratamiento adecuado, ensombreciendo

aún más el pronóstico. Por todo ello, creemos que sería necesario continuar la investigación creando guías clínicas estandarizadas que permitan a los traumatólogos superar este reto clínico-terapéutico.

## Responsabilidades éticas

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Financiación.** Los autores no han recibido ninguna ayuda económica para la realización de este artículo.

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Bibliografía

- Ruedi TP, Murphy WM. AO Principles of Fracture Management. Stuttgart, NY: Thieme; 2000.
- Bazarov I, Peace RA, Lagaay PM, Patel SB, Lyon LL, Schuberth JM. Early Protected Weightbearing After Ankle Fractures in Patients With Diabetes Mellitus. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:30-3.
- SooHoo NF, Krenke L, Eagan MJ, Gurbani B, Ko CY, Zingmond DS. Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1042-9.
- Korim M T, Payne R, Bhatia M. A case-control study of surgical site infection following operative fixation of fracture of the ankle in a large U.K. trauma unit. *Bone Joint J.* 2014;96:636-40.
- Mittal R, Harris IA, Adie S, Naylor JM; CROSSBAT Study Group. Surgery for Type B Ankle Fracture Treatment: a Combined Randomised and Observational Study (CROSSBAT). *BMJ Open.* 2017;27;7:e013298.
- Dodd AC, Lakomkin N, Attum B, Bulka C, Karhade AV, Douleh DG, et al. Predictors of Adverse Events for Ankle Fractures: an Analysis of 6800 Patients. *J Foot Ankle Surg.* 2016 Aug;55(4):762-6.
- Hackett DJ, Rothenberg AC, Chen AF, Gutowski C, Jaekel D, Tomek IM, et al. The economic significance of orthopaedic infections. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015 Apr;23 Suppl:S1-7.
- Henry MW, Miller AO, Walsh TJ, Brause BD. Fungal Musculoskeletal Infections. *Infect Dis Clin North Am.* 2017 Jun;31(2):353-68.
- Pollak AN, Jones AL, Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ; LEAP Study Group. The relationship between time to surgical debridement and incidence of infection after open high-energy lower extremity trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:7-15.
- Ovaska MT, Madanat R, Honkamaa M, Mäkinen TJ. Contemporary demographics and complications of patients treated for open ankle fractures. *Injury.* 2015;46:1650-5.
- Willett K, Keene DJ, Mistry D, Nam J, Tutton E, Handley R, et al. Close Contact Casting vs Surgery for Initial Treatment of Unstable Ankle Fractures in Older Adults: a Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2016;316:1455-63.
- Kurar L. Clinical audit of ankle fracture management in the elderly. *Ann Med Surg (Lond).* 2016;6:96-101.
- Donken CC, Al-Khateeb H, Verhofstad MH, van Laarhoven CJ. Surgical versus conservative interventions for treating ankle fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;8:CD008470.
- Hoogervorst P, Bergen CV, Van den Bekerom M. Management of Osteoporotic and Neuropathic Ankle Fractures in the Elderly. *Curr Geriatr Rep.* 2017;6:9-14.
- Chaudhary SB, Liporace FA, Gandhi A, Donley BG, Pinzur MS, Lin SS. Complications of ankle fracture in patients with diabetes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16:159-70.
- Basques BA, Miller CP, Golinvaux NS, Bohl DD, Grauer JN. Morbidity and readmission after open reduction and internal fixation of ankle fractures are associated with preoperative patient characteristics. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:1133-9.
- Dodson NB, Ross AJ, Mendicino RW, Catanzariti AR. Factors affecting healing of ankle fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:2-5.
- Kim JH, Patel S. Is It Worth Discriminating Against Patients Who Smoke? A Systematic Literature Review on the Effects of Tobacco Use in Foot and Ankle Surgery. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:594-9.
- Belmont P, Davey S, Rensing N, Bader J, Waterman B, Orr J. Patient-based and surgical risk factors for thirty-day post-operative complications and mortality following ankle fracture fixation in hospitalized patients. *J Orthop Trauma.* 2015;29:476-82.
- Ovaska MT, Mäkinen TJ, Madanat R, Huotari K, Vahlberg T, Hirvensalo E, et al. Risk factors for deep surgical site

- infection following operative treatment of ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(4):348-53.
21. Schepers T, De Vries MR, Van Lieshout EMM, Van der Elst M. The timing of ankle fracture surgery and the effect on infectious complications; a case series and systematic review of the literature. *Int Orthop.* 2013;37:489-94.
  22. Singh RA, Trickett R, Hodgson P. Early versus late surgery for closed ankle fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2015;23:341-4.
  23. González Quevedo D, Sánchez Siles JM, Rojas Tomba F, Tamimi Mariño I, Bravo Bardaji MF, Villanueva Pareja F. Blisters in Ankle Fractures: a Retrospective Cohort Study. *J Foot Ankle Surg.* 2017 Aug;56(4):740-3.
  24. King CM, Hamilton GA, Cobb M, Carpenter D, Ford LA. Association between ankle fractures and obesity. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51:543-7.
  25. Chaudhry S, Egol KA. Ankle injuries and fractures in the obese patient. *Orthop Clin North Am.* 2011;42:45-53.
  26. Matson AP, Morwood MP, Peres Da Silva A, Cone EB, Hurwitz SR, Zura RD. Obese Patients Have Fewer Wound Complications Following Fixation of Ankle Fractures. *Foot Ankle Spec.* 2017 Oct;10(5):435-40.
  27. Louie PK, Schairer WW, Haughom BD, Bell JA, Campbell KJ, Levine BR. Involvement of Residents Does Not Increase Postoperative Complications After Open Reduction Internal Fixation of Ankle Fractures: an Analysis of 3251 Cases. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56:492-6.
  28. Qin C, Dekker RG, Blough JT, Kadakia AR. Safety and Outcomes of Inpatient Compared with Outpatient Surgical Procedures for Ankle Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98:1699-705.
  29. Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, Beldavs ZG, Dumyati G, Kainer MA, et al. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections. *N Engl J Med.* 2014 Mar 27;370(13):1198-208.
  30. Ovaska MT, Mäkinen TJ, Madanat R, Vahlberg T, Hirvensalo E, Lindahl J. Predictors of poor outcomes following deep infection after internal fixation of ankle fractures. *Injury.* 2013 Jul;44(7):1002-6.
  31. Metsemakers WJ, Kortram K, Morgenstern M, Moriarty TF, Meex I, Kuehl R, et al. Definition of infection after fracture fixation: a systematic review of randomized controlled trials to evaluate current practice. *Injury.* 2018;49(3):497-504.
  32. Guirro P, Hinarejos P, Pelfort X, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Puig-Verdie L. Long term follow-up of successfully treated superficial wound infections following TKA. *J Arthroplasty.* 2015;30:101-3.
  33. Simpfordorfer CS. Radiologic Approach to Musculoskeletal Infections. *Infect Dis Clin North Am.* 2017 Jun;31(2):299-324.
  34. Omar M, Suero EM, Liidakis E, Reichling M, Guenther D, Decker S, et al. Diagnostic performance of swab PCR as an alternative to tissue culture methods for diagnosing infections associated with fracture fixation devices. *Injury.* 2016 Jul;47(7):1421-6.
  35. Firoozabadi R, Alton T, Wenke J. Novel Strategies for the Diagnosis of Posttraumatic Infections in Orthopaedic Trauma Patients. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015 Jul;23(7):443-51.
  36. Hellebrekers P, Leenen LPH, Hoekstra M, Hietbrink F. Effect of a standardized treatment regime for infection after osteosynthesis. *J Orthop Surg Res.* 2017 Mar 9;12(1):41.
  37. Metsemakers WJ, Kuehl R, Moriarty TF, Richards RG, Verhofstad MHJ, Borens O, et al. Infection after fracture fixation: Current surgical and microbiological concepts. *Injury.* 2018 Mar;49(3):511-22.
  38. Campbell KA, Stein S, Looze C, Bosco JA. Antibiotic stewardship in orthopaedic surgery: principles and practice. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014 Dec;22(12):772-81.
  39. Vaienti L, Di Matteo A, Gazzola R, Pierannunzii L, Palitta G, Marchesi A. First results with the immediate reconstructive strategy for internal hardware exposure in non-united fractures of the distal third of the leg: case series and literature review. *J Orthop Surg Res.* 2012;7:30.
  40. Ovaska MT, Madanat R, Tukiainen E, Pulliainen L, Sintonen H, Mäkinen TJ. Flap reconstruction for soft-tissue defects with exposed hardware following deep infection after internal fixation of ankle fractures. *Injury.* 2014 Dec;45(12):2029-34.
  41. Chauveaux D. Preventing surgical-site infections: measures other than antibiotics. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015 Feb;101(1 Suppl):S77-83.
  42. Meyr AJ, Mirmiran R, Naldo J, Sachs BD, Shibuya N. American College of Foot and Ankle Surgeons® Clinical Consensus Statement: Perioperative Management. *J Foot Ankle Surg.* 2017 Apr;56(2):336-56.
  43. Allegranzi B, Bischoff P, de Jonge S, Kubilay NZ, Zayed B, Gomes SM, et al. New WHO recommendations on preoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis.* 2016 Dec;16(12):e276-87.
  44. Bryson DJ, Morris DLJ, Shivji FS, Rollins KR, Snape S, Ollivere BJ. Antibiotic prophylaxis in orthopaedic surgery: difficult decisions in an era of evolving antibiotic resistance. *Bone Joint J.* 2016 Aug;98-B(8):1014-9.
  45. Bandalović A, Zindović A, Boschi V, Bakota B, Marinović M, Čoklo M, et al. A retrospective study of antibiotic prophylaxis value in surgical treatment of lower limb fracture. *Injury.* 2015 Nov;46 Suppl 6:S67-72.



46. Allegranzi B, Zayed B, Bischoff P, Kubilay NZ, de Jonge S, de Vries F, et al. New WHO recommendations on intraoperative and postoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis*. 2016 Dec;16(12):e288-303.
47. Florschütz AV, Fagan RP, Matar WY, Sawyer RG, Berrios-Torres SI. Surgical site infection risk factors and risk stratification. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015 Apr;23 Suppl:S8-11.
48. Grosso MJ, Berg A, LaRussa S, Murtaugh T, Trofa DP, Geller JA. Silver-Impregnated Occlusive Dressing Reduces Rates of Acute Periprosthetic Joint Infection After Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017 Mar;32(3):929-32.
49. Dumville JC, Gray TA, Walter CJ, Sharp CA, Page T, Macefield R, et al. Dressings for the prevention of surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;12:CD003091.